



Risø årsberetning 1997

Sønderberg Petersen, L.

Publication date:
1998

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Sønderberg Petersen, L. (Ed.) (1998). *Risø årsberetning 1997*. Denmark. Forskningscenter Risoe. Risoe-R No. 1010(DA)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Risø Årsberetning 1997

Risø-R-1010 (DA)

RISØ 1997
www.risoe.dk



Risø
Årsberetning
1997

Redaktion	Leif Sønderberg Petersen
Sekretær	Inge Ilsøe
Design	Per Møllerup Designlab A/S
Repro og tryk	Center-Tryk A/S
Forsidebillede	Risø's udstyr til neutrodiffraktionsmåling under pålagt ydre spænding. Foto: Bo Jarner, Pressehuset

Indhold

Formandens beretning, 4

Den administrerende direktørs beretning, 6

Industrielle materialer, 8

Nye funktionelle materialer, 10

Optik og sensorsystemer, 12

Planteproduktion og stofomsætning, 14

Systemanalyse, 16

Vindenergi og atmosfæriske processer, 18

Nuklear sikkerhed, 20

Bestyrelse og ledelse, 22

Forskeruddannelse mv., 24

 Ph.d.-grader i 1997, 24

 Doktorgrader i 1997, 24

 Udnævnelser og priser, 24

 Undervisning, 25

Risøs publikations- og foredragsvirksomhed, 26

Risøs grønne regnskab, 28

Økonomi, 30

Akronymer og andre forkortelser, 32

Formandens beretning

1997 var det sidste år under Risøs første fireårige resultatkontrakt med Forskningsministeriet. Kontraktperioden afsluttedes med en omfattende international evaluering, der til bestyrelsens tilfredshed viste, at Risø til fulde havde opfyldt kontrakten, og desuden demonstrerer, at kontraktstyring kan anvendes på forskning. Den konkluderede, at Risøs strategi er særdeles relevant for dansk industri, og at flere af Risøs forskningsafdelinger er af stor betydning for dansk forskning inden for de pågældende specialer.

På den baggrund – og fordi beretningen af den forskning samfundet finansierer til syvende og sidst dokumenteres gennem den brug der faktisk gøres af den – anbefalede evalueringen forskellige foranstaltninger til yderligere at fremme Risøs overførelse af viden og teknologi til omverdenen.

Disse anbefalinger konkretiseredes gennem Forskningsministeriets skriftlige høring af forskningsråd, universiteter, interesseorganisationer, ministerier, virksomheder og forskellige institutionelle interessenter, efterfulgt af et debatmøde på Risø under ledelse af forskningsministeren.

På det grundlag blev der i efteråret indgået en ny resultatkontrakt, som giver Risø tilfredsstillende vilkår og økonomiske betingelser for de kommende fire års arbejde. Den sikrer Risø en nettobevilling svarende til lidt over 50% af de samlede indtægter. Resten fremkommer ved deltagelse i dansk og international programforskning og forskningsaftaler med private virksomheder. Kontrakten placerer Risø i det danske forsknings-system og definerer de vigtigste forskningsopgaver i sammenhæng med de relevante, nationale delstrategier.

Ligesom sin forgænger opstiller kontrakten mål for forskningen, der skal sikre opretholdelsen af den videnskabelige kvalitet og forskningens fortsatte fornyelse. Men den adskiller sig fra den første kontrakt ved også at opstille mål for udviklingen i forbindelserne med erhvervslivet, forskningsverdenen, de teknologiske serviceinstitutter og de ministerier, for hvem Risø på forskellige områder fungerer som rådgiver og leverandør af viden.

Der stiles mod et formaliseret samarbejde med ministerierne, mod et intensiveret forsknings- og uddannelsessamarbejde med universiteterne og de højere læreanstalter og mod en hurtigere omsætning af forskningsresultaterne i samarbejde med erhvervslivet og de teknologiske serviceinstitutter.

Det betyder, at Risø dels vil søge at udvide og synliggøre sin deltagelse i uddannelsen af natur- og teknisk-videnskabelige kandidater og ph.d.'er, og dels vil være med til at stimulere de udviklings- og innovationsprocesser forskningen muliggør.

I udvidet deltagelse i udvikling og innovation ligger ikke, at Risø selv skal finde frem til nye produkter. Det ville være uforeneligt med Risøs formålsparagraf. Udfordringen består i at følge med længere frem i disse processer, uden at det går ud over balancen mellem på den ene side hensynet til de private samarbejdspartneres behov for diskretion, og på den anden side de forpligtelser, der påhviler en offentlig forskningsinstitution i henseende til offentliggørelse af forskningens resultater og sikring af den grundlæggende forskning, der er en forudsætning for kvalitet og fornyelse.

Halvvejs inde i den nye kontraktperiode vil der blive gjort status over udviklingen i samarbejdet med omverdenen. Det sker i form af en rapport, hvori man vil vurdere virkningen af de nye initiativer og tage stilling til eventuelle behov for at justere kontrakten forud for den afsluttende evaluering, der finder sted i begyndelsen af 2001.

Risøs økonomi har udviklet sig tilfredsstillende i 1997. Det forhold, at de budgetterede indtægtsmål er nået, tager bestyrelsen som udtryk for, at Risøs mange medarbejdere har ydet – og fortjener en stor tak for – en betydelig indsats. At indtægtsmålene er nået betyder også, at Risø har formået at fastholde sin evne til at konkurrere om de frie forskningsmidler. I den forbindelse finder bestyrelsen det vigtigt at understrege betydningen af en fortsat fri og åben konkurrence om disse midler. Kun på den måde kan samfundet sikre sig, at opgaverne løses af de bedst kvalificerede forskere.

Den 1. oktober 1997 trådte Hans Bjerrum Møller tilbage efter ti år på posten som administrerende direktør. Bjerrum Møller efterfulgtes af Jørgen Kjems, der har været først under- og siden vicedirektør på Risø siden 1988. Vicedirektørstillingen ventes besat i løbet af sommeren 1998, og indtil da er stillingen ved konstitution besat af sekretariatschef Lisbeth Grønberg.

Hans Bjerrum Møllers helhjertede indsats for Risø har spillet en stor rolle for den fine evaluering Risø fik i 1997. Bestyrelsen vil gerne takke Hans Bjerrum Møller for hans store og professionelle arbejde.

Ulrik V. Lassen
Bestyrelsesformand



Den administrerende direktørs beretning

Med opfyldelsen af resultatkontrakten for 1994–97 har Risø efterlevet sin overordnede målsætning om at skabe nye udviklingsmuligheder på de områder, hvor Risø yder en selvstændig indsats i dansk forskning og kan gøre sig gældende i internationale sammenhænge.

Resultater
Materialeforskningsområderne har i kontraktperioden skabt mulighed for udvikling af brændselsceller, der omsætter brint og naturgas til elektricitet, for fremstilling af optiske og polymere sensorer og sensorsystemer, samt for nye former for plastanvendelse og plastbearbejdning, og i 1997 lykkedes det at fremstille et materiale med hidtil uovertrufne evner til optisk lagring af data.

Gennem etableringen af forsøgsfaciliteten RERAF har planteforskningen skabt muligheder for udvikling og afprøvning af jordbrugsplanter med genteknologisk fremkaldte egenskaber, der nedsætter behovet for gødskning, nedbringer frigørelsen af fosfor ved anvendelse af husdyrgødning eller på anden vis reducerer de miljøbelastninger, der er forbundet med planteavl. Den molekylærbiologiske forståelse, der ligger til grund for denne udvikling, har herudover i 1997 åbnet uventede perspektiver for fremstilling af plastmaterialer på grundlag af biomasse.

Collaborating Centre on Energy and Environment, der finansieres af UNEP, DANIDA og Risø i forening, har markeret sig, senest på klima-konferencen i Kyoto, med et sæt retningslinjer for opgørelse af emission af drivhusgasser og beregning af omkostningerne ved at begrænse denne udledning. Under samme programområde er der i 1997 åbnet et nyt program for teknologiscenarier. Formålet hermed er at undersøge og udvide det videnskabelige grundlag for at forudsige de forskellige virkninger af anvendelse af nye teknologier og begrænse den hermed forbundne usikkerhed.

Vindenergiforskningen har i 1997 lagt sidste hånd på udviklingen af en model til beskrivelse af vindforholdene over havet, hvilket er et vigtigt element i det teoretiske grundlag for en optimal placering af offshore vindmøller. Og som en nyhed af særlig betydning for vindmølleindu-

strien kan nævnes opførelsen af en ny hal til afprøvning af store vindmøllevinger ved prøvecentret i Sparkær.

Den nukleare sikkerhedsforskning har afsluttet udviklingen af metoder til at måle og mindske strålingsbelastningerne fra radon i boliger, metoder som allerede er blevet optaget i forskellige byggevejledninger. Hele den nukleare virksomhed samledes i 1997 i Afdelingen for Nuklear Sikkerhedsforskning og Nukleare Anlæg, bl.a. med henblik på at tilrettelægge et forestående generationsskifte.

Forsøgsreaktoren DR3 fortsatte sin virksomhed som europæisk brugerfacilitet under EU-programmet Access to Large Scale Facilities, og Risøs deltagelse i arbejdet med at planlægge en næste generation af neutronkilder nåede en milepæl gennem udgivelsen af rapporten *ESS – A Next Generation Neutron Source for Europe*.

Den internationale evaluering i begyndelsen af 1997 bekræftede kvaliteten af Risøs forskning. På samme måde må man tolke det forhold, at Risø ved årsskiftet havde modtaget tilsagn om to centre under Danmarks Grundforskningsfond, ét for plante-mikrobe symbiose forskning og ét for forskning i samspillet mellem mennesker og maskiner. I den forbindelse er der også grund til at nævne forlængelsen af det ingeniør-videnskabelige center (IVC) for materialer og modeller for en ny fireårig periode samt etableringen af to THOR-projekter, ét for udvikling af kunstige muskler i samarbejde med Danfoss og ét for udvikling af metoder til begrænsning af stængel- og blomsterdannelse i græsser i samarbejde med DLF/Trifolium.

Samarbejde
Disse projekter illustrerer vekselvirkningen mellem Risø og dansk industri, der for en væsentlig dels vedkommende netop finder sted gennem dansk og international programforskning. Dertil kommer en række større eller mindre projekter, hvor der er tale om et direkte, kommercielt samarbejde. Denne samarbejdsform, der er særlig udbredt inden for materiale- og vindenergiforskningen, vil blive intensiveret under den nye resultatkontrakt, som også vil styrke overførslen af viden

og teknologi til erhvervslivet gennem de godkendte teknologiske serviceinstitutter.

Samarbejdet med universiteterne og de højere læreanstalter sker også typisk gennem fælles deltagelse i centre og programforskning, hvortil kommer uddannelsessamarbejdet, der i 1997 har resulteret i tildeling af ph.d.-graden til i alt 27 yngre forskere – det største antal hidtil på et enkelt år – heraf 10 fra Københavns Universitet (KU), 8 fra Danmarks Tekniske Universitet (DTU), 5 fra Roskilde Universitets Center (RUC), 1 fra Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole (KVL), 1 fra Aarhus Universitet, 1 fra University of Illinois og 1 fra Cambridge University.

I den forbindelse er der også grund til at nævne oprettelsen af en forskerskole, Danish Ph. D. School in Nonlinear Science, i samarbejde med DTU, KU og Novo Nordisk, samt et lignende initiativ inden for planteforskning i samarbejde med KU, KVL, Odense Universitet og Danmarks Jordbrugsforskning. Begge skoler sponsoreres af Forskerakademiet.

Organisationsudvikling
For at kunne virkeliggøre sin strategi og følge med længere frem i de udviklings- og innovationsprocesser, forskningsresultaterne åbner mulighed for, har Risø i 1997 iværksat en omstilling, hvorved forskningen tilføres ressourcer fra de teknisk-administrative funktioner. Infrastrukturfunktioner vil herefter kun blive opretholdt i den udstrækning det forudsættes af myndighederne, eller i det omfang de er i stand til at støtte forskningen bedre end eksterne leverandører af tilsvarende ydelser. Som led i denne omstilling, der i løbet af tre år vil reducere infrastrukturen med cirka 60 årsværk, har Risø udliciteret driften af sin kantine til ISS Catering A/S og driften af sin elektronaccelerator til LR Plast A/S.

Der er foretaget en revurdering af Risøs sikkerhedsstyring med henblik på en omlægning, hvorved sikkerhedsorganisationen tilpasses ændringerne i virksomheden. Den præciserer ledelsens ansvar for sikkerheden og gør den i højere grad end hidtil til et naturligt led i det daglige arbejde.

Endelig er der udarbejdet en IT-strategi, som skal give øget effektivitet i

Risøs anvendelse af informations-teknologi. Der skal etableres en nær sammenhæng mellem informations-systemer, kommunikationssystemer og administrative systemer, og der vil – samtidig med indkøringen af det nye økonomistyringssystem FØNIKS i begyndelsen af 1998 – blive iværksat et projekt for udvikling af standard-løsninger for en række IT-funktioner og foretagelse af de nødvendige investeringer.

Risøs indtægter ved programforsk-ning og anden kontraktvirksomhed beløb sig i 1997 til 222,1 mio.kr. Det svarer til de budgetterede indtægter og repræsenterer en real stigning på 10 mio.kr. i forhold til året før. Det samlede resultat er et overskud på 17,8 mio.kr., hvilket især skyldes mindre lønudgifter og forsinkelse af en betydelig udgift til bortskaffelse af brugt reaktorbrændsel. Overskuddet vil bl.a. blive anvendt til afholdelse af udskudte bygningsinvesteringer i løbet af 1998. Som større investerin-ger i 1997 kan nævnes indretningen af Sparkær-centret og overtagelsen af den tidligere CAT-bygning på Risø, som nu vil blive indrettet til kontorer og laboratorier for planteforskning.

De mere detaljerede resultater af forskningen i det forløbne år er behandlet i det følgende. De uddy-bes yderligere i de syv forsknings-afdelingers egne virksomhedsberet-ninger, der sammen med Risøs virksomhedsregnskab og publikati-onsfortegnelse udgør Risøs samlede redegørelse for virksomheden i 1997.

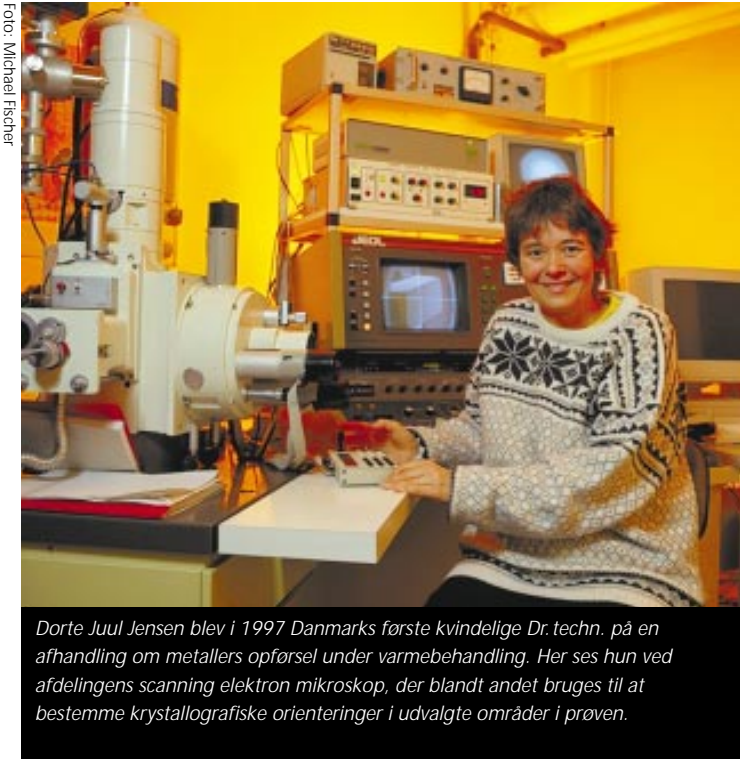
Jørgen Kjems
Administrerende direktør

Foto: Rigmor Mjøliskov



Lic. techn. Jørgen Kjems. Risøs administrerende direktør.

Industrielle materialer



Dorte Juul Jensen blev i 1997 Danmarks første kvindelige Dr.techn. på en afhandling om metallers opførsel under varmebehandling. Her ses hun ved afdelingens scanning elektron mikroskop, der blandt andet bruges til at bestemme krystallografiske orienteringer i udvalgte områder i prøven.

Nye materialer er en afgørende forudsætning for bedre ressourceudnyttelse, mindre miljøbelastning og øget dansk konkurrenceevne inden for både energiteknologier og industrielle processer og produkter. Risøs programområde Industrielle materialer skal bidrage til at give det danske samfund nye muligheder gennem grundlæggende og anvendt materialeforskning.

For løbende at kunne dække industriens behov for materialer med nye og mere avancerede egenskaber udfører programmet langsigtet forskning i materialers struktur og egenskaber. Som et eksempel på denne forskning kan nævnes, at en undersøgelse af metallers opførsel under varmebehandling i 1997 førte til, at Risø-forskeren Dorte Juul Jensen blev Danmarks første kvindelige Dr.techn. Hendes arbejde har praktisk interesse for både dansk og udenlandsk industri, hvor flere af hendes teknikker allerede er i anvendelse. Desuden er to store udenlandske aluminiumvirksomheder i gang med at indføre de modeller, hun har udviklet til simulering af varmvalsning af aluminium.

Optimal industriel udnyttelse af materialer til nye formål kræver dybtgående viden om materialestrukturer på mikrometerskala og mindre. Afdelingen har derfor startet et projekt sammen med ESRF om at projekttere og bygge en stor forsøgsfacilitet til undersøgelse af strukturer og strukturændringer, f.eks. under deformation. Nuværende metoder er beregnet til strukturer i og nær overfladen, mens der ved anvendelse af højenergirøntgenstråling fra en synkrotron kan 'ses i dybden'. Udstyret forventes taget i brug i 1998.

En anden metode til at skaffe ny grundlæggende viden om materialer er elektronmikroskopi, og her er der i 1997 nået en række vigtige resultater i studiet af enkrystaller, polykrystaller og tynde lag. Her kan også nævnes udvikling af en ny metode til korrigerende spredningseffekter ved kemisk analyse med røntgenspektrometri i afdelingens Environmental Scanning Elektron Mikroskop (ESEM). Indre spændinger i polykrystallinske materialer og kompositmaterialer er af betydning for styrke, formbarhed og holdbarhed. En række vellykkede forsøg er udført med brug af komplementære teknikker, der anvender henholdsvis neutron-, røntgen- og elektronstråling.



Blanding af gasser til elektrokemisk afprøvning af komponenter til SOFC brændselscelle.

Et bindeled mellem universiteterne og Risø er Det Ingeniørvidenskabelige Center, der i 1997 blev forlænget med en ny 5-års periode til år 2002. STVF bevilgede i alt 22 mio. kr. til centrets drift med størstedelen af beløbet afsat til forskeruddannelse.

Den kompositforbrugende industri er generelt interesseret i at finde alternativer til de traditionelle glasfibermaterialer, der giver en række proces- og arbejdsmiljøproblemer. Derfor stiger interessen for at bruge naturlige fibre fra træ og planter. Det er en fornyelig ressource, der kan nedbrydes igen efter brug. I samarbejde med KVL og DTU er der i 1997 startet et omfattende program for fremstilling og brug af plante- og træfibre. Afdelingens indsats er især at karakterisere og udvikle kompositmaterialer, der indeholder de nye miljøvenlige fibre. Anvendelsesområderne er mange, strækkende sig fra emballage til bilkomponenter. I 1997 er der fremstillet plantefiberkompositter ud fra fibermåtter af jute og hør. Efterfølgende karakterisering viser, at kvaliteten er god, idet plantefiberkompositterne viser stivhedsværdier og styrke, der er sammenlignelige med glasfiberkompositter. Ud over plantefiberkompositter samler interessen sig om fiberforstærket termoplast, og som led i en langsigtet udvikling har Risø i 1997 sammen med en virksomhed udviklet formværktøj til fremstilling af vindmøllevinger i fiberforstærket termoplast.

Et succesrigt MUP-samarbejde med tre danske virksomheder om udvikling af termoplastiske fiberkompositter til f.eks. vindmøllevinger og bilkomponenter blev afsluttet i 1997.

Stålint industrien er meget interesseret i nye metoder til fremstilling af stålkomponenter, og Risø udvikler derfor pulvermetallurgi, hvor metallet formes ved at sintre meget finkornet metalpulver. Det kræver blandt andet udvikling af nye metallegeringer, og i 1997 er der arbejdet med at karakterisere velegnede legeringer. I fortsættelse af denne teknologi arbejdes sammen med Det Danske Stålvalseværk om at udvikle sprayforming til fremstilling af metalliske kompositmaterialer med et indhold af keramiske partikler (MMC). Tilsætning af sådanne hårde partikler vil øge slidbestandigheden af



Røntgenopstilling til detektering af hulrum i den sølvindkapslede keramik i superledende bånd.

Foto: Boye Koch

materialerne. Samarbejdet sker som et led i en centerkontrakt med Erhvervsfremme Styrelsen, hvori også DTI indgår sammen med en række industrivirksomheder.

Højeffektive og miljøvenlige energiteknologier kræver en omfattende materiale- og komponent-udvikling. Et eksempel er brændselsceller, der kan omsætte gasformige brændsler som naturgas, kulgas, biomassegas og brint direkte til elektrisk strøm. Deres store fleksibilitet vil gøre dem velegnede i fremtidens energisystem. I 1995 blev et mål i resultatkontrakten 1994–97 med Forskningsministeriet om at trække 500 W fra en cellestak opfyldt. I 1997 er vægten lagt på at videreudvikle brændselscellerne til drift med naturgas, og indkøringen af en teststand til SOFC med intern reformning af naturgas er ved at være afsluttet. Forskningen støttes af Energistyrelsen og der samarbejdes med universiteter og dansk industri.

Det stadigt stigende elforbrug forøger behovet for en strømtransport, der er så tabsfri som mulig. Løsningen er superledende højspændingskabler, der udvikles i samarbejde mellem NKT, Risø, DTU og DEFU. Projektet støttes økonomisk af Energistyrelsen og ELKRAFT. NKT fremstiller de superledende bånd og designer elkablerne sammen med DTU. DEFU undersøger anvendelsesmulighederne. Risø udfører grundforskning i superledning og udvikler metoder til at karakterisere båndene og forbedre produktionsbetingelserne. Til superledende kabler er den foretrukne superleder det keramiske materiale BiSCCO, der fyldes i tynde sølv rør. Røret forsegles, trækkes, vales, presses og varmebehandles til en flad tråd. Nu er der opbygget

en produktionslinje på Risø, hvor man kan fremstille ti meter lange bånd og lave detaljerede undersøgelser på hvert enkelt trin i processen, og i 1997 har Risø især arbejdet med udvikling af en metode til profilvalsning af sølv-rørene med det formål at nå frem til en metode, der kan anvendes til industriel fremstilling.

Introduktion af vedvarende energi i stor skala i energisystemet kræver effektive metoder til at lagre energi for at udjævne elproduktionen. En lovende mulighed er højeffektive svinghjul til energilagring, som også har et stort potentiale i transportsektoren. Der er udtaget flere patenter og en prototype er nu ved at blive fremstillet. Projektet udføres i samarbejde med NESA A/S, Per Udsen Co. og DEMEX A/S, finansieret af Energistyrelsen.

I et langsigtet perspektiv er fusionsenergi et område, der stiller meget store krav til materialeforskningen. En driftssikker fusionsreaktor kræver udvikling af nye materialer, der er tilstrækkelig robuste til, at de kan holde til de voldsomme stråle- og varmepåvirkninger, som visse dele af reaktor-konstruktionen udsættes for. Risø undersøger stråleskadernes indflydelse på materials holdbarhed og har i 1997, bl.a. for ITER-projektet, gennemført en række undersøgelser af effekterne af varmebehandling på mekaniske og fysiske egenskaber af kobberlegeringer til fusionsanlæg bestrålet ved forskellige temperaturer. ITER-projektet skal bevise videnskabelig og teknologisk gennemfærlighed af termonuklear fusion til energifremstilling.

Både inden for energi- og industrisektoren deltages aktivt i EUs forskningsprogrammer, specielt BRITE-EURAM og JOULE-THERMIE, hvor Risø leder projekter inden for områder som kompositmaterialer, ikke-destruktiv prøvning, formgivningsprocesser og brændselsceller.

Programområdet Industrielle materialer har basis i Afdelingen for Materialeforskning.

Afdelingen har i 1997 beskæftiget 105,2 årsværk, heraf 14,1 årsværk ph.d.-studerende og post docs. Afdelingens omsætning var i 1997 på 70,0 mio. kr., heraf 33,6 mio. kr. i kontraktindtagter.

Private virksomheder og forskningscentre mv.

Danske
A/S Hartfelt & Co · A/S Kaj Neckelmann · APV Pasilac A/S · Bonus Energy A/S · Carl Bro Industri & Marine A/S · Danfoss A/S · Danish Steel Works Ltd. · Dansk Sintermetal · DEMEX A/S · ELSAM · Ferritslev Jernvarefabrik A/S · Ferroperm Components, Division of AMP · Grundfos A/S · Haldor Topsøe A/S · Innovision A/S · Komposit Procesteknik ApS · Kuwait Petroleum A/S · LM Glasfiber A/S · NESA A/S · NKT Cables A/S · NKT Research Centre A/S · Nordic Superconductors Technology A/S · Norsænk-Aalykke A/S · PBI-Development A/S · Per Udsen Co. · Roulunds A/S · Scan-Visan A/S · Vestas A/S · DEFU

Udenlandske
AEA Technology, Harwell · Aerospatiale SA · Allied Signal Bremsbelag GmbH · Blankguss · Bosch Systemes de Freinage · British Aerospace – Airbus · Bundesanstalt für Materialprüfung · CEIT de Guipuzcoa · Centro Richerche FIAT SCPA · Daimler Benz GmbH · DSM · ECN, Petten · EFU GmbH · EMPA · EPFL · Fagor Ederlan, S. Coop. Ltd. · FIAT SpA · Frauenhofer · Garrad Hassan & Partners, Ltd. · Gaz de France · GF Automobilguss · GIE Renault · Granges AB · Hydro Aluminium a.s. · ILFB/TU Wien · IMMG · Impactor Technology AB · INPG · Institut de Soudure · Instituto de Soldadura e Qualidade · ISRIM · Kemijoki Yo · LKR, Ranshofen · Morgan MT · NFL (Studvik) · Norsk Hydro (Mg Division) a.s. · Norsk Hydro Aluminium a.s. · NUVL · OTO Melara · Pechiney CRV SA · Photonic Science plc · Ranshofen · Rolls Royce – Gas Turbines · Rolls Royce · Rover Group Ltd. · RWTH-Aachen · Sauerwein System-technik GmbH · Schunk Kohlenstoff-technik · Schunk Kohlenstofftechnik · SEPARIS · Shockwave Metalworking Technology · Siemens GmbH · Sintech Keramik · SINTEF · Stampal SpA · Statoil a.s. · Thomsen Tubes Electroniques SA · TNO Research Centre · TYK Corporation · Uni-tech · Volkswagen GmbH · Volvo AB

www.risoe.dk/afm

Nye funktionelle materialer

Programområdets forskning skal skabe nye teknologiske muligheder for dansk og europæisk industri gennem forskning i materialers fundamentale egenskaber. Indsatsen omfatter strukturkarakterisering ved hjælp af neutron- og synkrotronstråling, undersøgelse af fysiske og kemiske egenskaber af nye materialer samt syntese af polymere og makromolekylære materialer. Mange af projekterne udføres i samarbejde med forskningsorienterede industrivirksomheder.

Den polymerforbrugende industris behov for forskning og udvikling førte for fire år siden til oprettelsen af Dansk Polymer Center, i et samarbejde mellem en række private virksomheder, DTU og Risø, som koordinerer aktiviteterne. Centret er støttet af MUP2. De fleste af programområdets industrirettede aktiviteter er foregået inden for centrets rammer. Centrets bevillingsperiode slutter 1. juli 1998 og der arbejdes på at sikre en fortsættelse af aktiviteterne herefter.

Polymerområdets hastige industrielle udvikling kræver polymere materialer der i højere grad kan skræddersys til specifikke formål som f.eks. klæbestoffer, tætnings- og isoleringsmaterialer. Det kan opnås ved at blande to eller flere polymerer, som hver især kan bidrage med givne egenskaber. Problemet er, at sådanne polymersystemer normalt ikke er blandbare. Det kan på den anden side føre til selvorganisering, hvor molekylerne spontant danner

veldefinerede aggregater og krystallinske faser, hvilket åbner for en helt ny række teknologiske muligheder.

Specielt interesserer polymerindustrien sig nu for mulighederne i de såkaldte blokcopolymerer, som allerede markedsføres til f.eks. lakker, vinduer og beskyttelsesfilm. Til industrielle formål er det vigtigt, at materialerne er temperaturstabile. Risø undersøger derfor vandige opløsninger af blokcopolymerer baseret på polyethylenoxid, som netop har disse egenskaber, fordi der dannes aggregater i glasform under en vis temperatur. Over denne temperatur bliver materialerne bløde og kan let forarbejdes ved tryk i forskellige retninger, såkaldte forskydningsfelter.

Glasformens muligheder undersøger Risø sammen med den amerikanske polymervirksomhed Raychem Co. og universitetet i Leuven, Belgien. Der arbejdes med et system, der kan danne en termo-

plastisk elastomer gel, som let kan forarbejdes over glasovergangstemperaturen ved hjælp af forskydningsfelter. I 1997 er det vist, at man ved forskydningsbearbejdning kan frembringe helt specielle elastomerer med en enkelt krystallinsk fase.

Det har også stor industriel interesse at fremstille blokcopolymerer med egenskaber som almindelige overfladeaktive stoffer (tensider), der anvendes til f.eks. sæber og til viskositetskontrol. Den attraktive, homogene svampelignende mikroemulsionsfase, som er velkendt fra tensidsystemer, har imidlertid ikke tidligere været set i rene polymer materialer. I 1997 har Risø i samarbejde med Universiteter i USA for første gang identificeret sådanne faser i komplekse polymerblandinger.

Polymere materialer kan også løse et påtrængende problem med robotter. Her mangler man 'muskler' som kan bringe robotters bevægelser tæt på menneskelige bevægelser med hensyn til styring og afpasning af 'muskelkraften' til det aktuelle formål. Risø har derfor sammen med Danfoss formuleret et THOR-projekt om brug af polymere materialer som elektrisk styrede aktuatormaterialer til kunstige muskler, og kontrakten blev underskrevet i slutningen af 1997. De første designs til sådanne aktuatorer foreligger allerede.

Inden for IT-branchen vokser kravene til kapaciteten i informationsbehandlings- og lagringssystemer. Mens magnetiske medier er tæt på grænsen af deres ydeevne, ligger der et stort potentiale i optiske medier. Risø arbejder derfor med fotoanisotrope molekylære materialer til optisk informationsbehandling. Det har i 1997 ført til stærkt forbedrede egenskaber af disse materialer, til udvikling af en model, der forklarer deres egenskaber, til en forenkling og dermed billiggørelse af fremstillingen og til en patentansøgning. Der regnes med konkrete aftaler om udviklingssamarbejder i 1998.

Som nævnt er de magnetiske lagringsmedier nær ved grænsen for den informationstæthed, der kan opnås, hvilket Risø har vist i 1997. Stor informationstæthed kræver små partikler, men i nano-store magnetpartikler kan magnetiseringsretningen fluktuere spontant, og så er partiklerne ubrugelige til informationslagring, et fænomen som kaldes superparamagnetisk



Risø Arbejdring 1997

relaxation. Forskere fra Risø er de første, der direkte har observeret dette fænomen i 15 nm partikler af jernmineralet hæmatit.

Risøs neutronbrugerprogram skal sikre anvendelse af Risøs forskningsreaktor DR3 som national og international forskningsfacilitet for neutronspredning. Programmet imødekommer både danske og europæiske behov. DR3 reaktoren med tilhørende neutronudstyr indgår i den samlede EU-pulje af store forsøgsfaciliteter. Med støtte fra EU-TMR-programmet stiller Risø faciliteter til rådighed for, og samarbejder, med cirka 100 EU-forskere pr. år. Neutronkilder er sammenlignet med lys- eller røntgenkilder meget svage og metode- og instrumentudvikling samt arbejdet mod nye og bedre kilder indgår derfor som et væsentligt element i programmet. Opbygningen af et nyt spektrometer, RITA, er netop afsluttet, og dermed er resultatmålet på området i Risøs kontrakt med Forskningsministeriet 1994–97 opfyldt. Risø deltager desuden i fælles europæisk F&U i forbindelse med ESS – European Spallation Source – med det formål omkring år 2000 at kunne forelægge de europæiske regeringer et grundlag for beslutningen om at bygge en sådan kilde, som kan forventes færdig mellem år 2005 og 2010.

I takt med at den teknologiske udvikling går mod nanoteknologi er der behov for opbygning af faciliteter til forskning inden for epitaktisk dyrkning af molekulære overfladelag til elektroniske, optiske og tribologiske formål. Risø er derfor i 1997 begyndt at opbygge aktiviteter på området. Til studier af overfladfænomener er neutron- og røntgenspredningsmetoderne suppleret med Skanning Probe Mikroskopi (SPM). Ved SPM bevæges en nål af molekulære dimensioner henover prøvens overflade som en pick up på en gramfonplade og tegner et atomart og molekylært tredimensionalt billede af overfladen. Mange af opgaverne med SPM drejer sig om organiske polymerer, som har stor industriel interesse. Et eksempel er styring af proteins vedhæftning til kunstigt fremstillede overflader, hvor Risø i 1997 har samarbejdet med en virksomhed om fremstilling og karakterisering af tætpakkede enkeltlag af molekyler på siliciumoxid overflader, der er i stand til at forhindre vedhæftning af proteiner. Målingerne

overrasker ved, at man får større udbytte på en overflade ved at mindske koncentrationen, hovedsagelig på grund af pladsproblemer.

Også på andre teknologiske felter er der stort behov for forskningsbaseret viden om overflader og grænseflader. Et eksempel er fremstilling af nye halvledermaterialer, der består af flere lag. De er teknologisk interessante, fordi man på den måde kan fremstille komponenter med funktioner i tre dimensioner i stedet for blot to. Direkte adhæsion af silicium wafers (tynde skiver) er en ny teknologi, som i de kommende år forventes at blive en nøgleteknologi for mikroelektronik og mikromekanik. Risø har for Topsil Semiconductor A/S vist, hvad der sker med atomerne på grænsefladen mellem de to wafers. Der arbejdes nu på at belyse sammenhængen mellem dette og de elektriske egenskaber af grænsefladen. Undersøgelserne er sket ved hjælp af den kraftige røntgenstråling i ESRF i Grenoble og HASYLAB i Hamborg.

Siden opdagelsen af højtemperatursuperlederne for 10 år siden har der både i industri og forskning været arbejdet ihærdigt på at forstå deres grundlæggende egenskaber og at udvikle dem til praktisk brug. Væsentligt i denne sammenhæng er de såkaldte magnetiske flux-linje gitre, og Risøs undersøgelser i 1997 har ført til vigtige grundvidenskabelige resultater på dette område i det superledende stof TmNi₂B₂C.

Desuden samarbejdes med bl.a. NKT om undersøgelse af sammenhængen mellem tekstur og kritisk strøm i BiSCCO /Ag superledende tråde.



Foto: Michael Fischer

Et AFM (Atomic Force Microscopy) mikroskop kan vise et atomart tredimensionalt billede af emnets overflade.

Programområdet Nye funktionelle materialer har basis i Afdelingen for Materialers Fysik og Kemi.

Nøgletal i 1997

Afdelingen har i 1997 beskæftiget 63,2 årsværk, heraf 21,3 årsværk ph.d.-studerende og post docs. Afdelingens omsætning var i 1997 på 44,4 mio. kr., heraf 15,9 mio. kr. i kontraktindtægter.

Afdelingens sponsorer og samarbejde med private virksomheder i 1997

Danske og udenlandske forskningsprogrammer mv.
EU (DG XII og DG XIII) · Forskningsministeriet · Energiministeriet · SNF · STVF · ATV · Forskerakademiet · Nato · Carlsbergfondet.

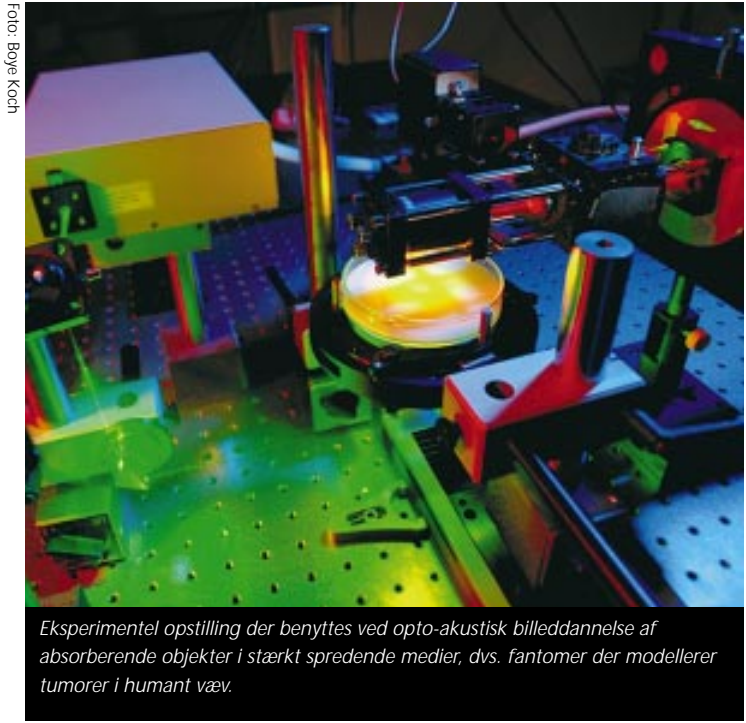
Private virksomheder
Danske
Danfoss A/S · Novo Nordisk A/S · NKT A/S · Grundfos A/S · Coloplast A/S · Nunc A/S · Hempels Marine Paints A/S · Radiometer A/S · ABB · I.C. Møller A/S · M&E A/S · Medico Chemical lab.

Udenlandske
Mallinckrodt · Phillips · Optilink

Herudover samarbejder afdelingen med en række danske og udenlandske universiteter og offentlige forskningscentre om forskning og instrumentudvikling.

www.risoe.dk/fys

Optik og sensorsystemer



Industriens behov for nye typer af miniaturiserede optiksystemer til måling, informationslagring samt energieffektiv billed- og mønstergenerering er udgangspunktet for Risøs forskning inden for optik og sensorsystemer. Programområdet omfatter optisk diagnostik og modellering af bl.a. industrielle processer, fusionsplasmaer og særlige flowsystemer.

Den industrielle anvendelse af optiske sensorer baseret på mikro-optik i produktionslinjer stiller store krav, idet sådanne sensorer skal være kompakte, robuste og nøjagtige. Risø startede disse industrirettede aktiviteter i samarbejde med Dantec med udvikling af en optisk sensor, der berøringsfrit i produktionsprocessen måler papirs hastighed og længde, når det fremstilles i endeløse baner. Systemkoncepter for en række optiske sensorer er siden blevet videreudviklet på Risø. Udvikling af teknologier, der muliggør ekstrem miniaturisering af optiske sensorer er et af kerneelementerne i programområdet.

For industrien er der nu sat flere projekter i gang til bestemmelse af mekaniske bevægelser, kvalitetskontrol af produkter til sundhedsområdet, polymerer til optiske komponenter, materialer og strukturer til visualiseringsformål samt optisk behandling af planter som alternativ til kemiske metoder. Der samarbejdes med flere firmaer i forskerparken CAT. Et eksempel er et projekt sammen med Jan Steensborg og flere firmaer i den grafiske industri, hvor der udvikles mikroprofiler i overflader til at frembringe specielle grafiske effekter. Med kommerciel produktion af holografisk optiske elementer i CAT firmaerne Ibsen Micro Structures og Jan Steensborg samt produktion af forskellige typer måleudstyr hos

Dantec har Risø levet op til et af resultatmålene i kontrakten 1994 – 97 med Forskningsministeriet.

Industriens behov for udvikling af optisk baserede målemetoder til bestemmelse af mekaniske parametre imødekommes dels gennem et rammeprojekt (LIS) under ledelse af Mikroelektronikcentret, dels gennem ekstern kommerciel finansiering. Arbejdet har ført til indlevering af to patentansøgninger. En medarbejder har sammen med firmaet Hamamatsu indleveret et fælles patent om effektiv kodning af laserlys til anvendelse ved mærkning. Sidstnævnte patent er baseret på et generisk patent udarbejdet på Forskningscenter Risø.

I lægevidenskaben er optiske metoder til f.eks. undersøgelse af blodprøver nu ved at vinde indpas. Et af de store mål er at udskifte blodprøver til måling af f.eks. blodsukker og kolesterol med små målesonder, som placeres på huden uden ubehag for patienten. Samtidig kan viden om lysets spredning i menneskeligt væv gøre gavn ved en række lysbehandlinger, f.eks. når læger fjerner modermærker samt ved laserbehandling af øjensygdomme. Sammen med Bang & Olufsen Technology har Risø arbejdet med optiske glukosesensorer. I samarbejdet er den basale målemetode dels blevet forklaret fysisk, dels er der blevet anvendt forskellige modeller til generel forudsigelse af lysudbredelse i spredende medier.

Modellerne baner vejen for optiske målinger i andre medicinske sammenhænge, og i 1997 har Risø arbejdet med at udbygge teorien til mere krævende anvendelser som f.eks. mammografi. Sammen med andre projekter blandt andet i samarbejde med Herlev Amts Sygehus og Århus Universitet/Marselisborg hospital og industrivirksomheder har det betydet, at medicinsk optik i 1997 er etableret som en væsentlig aktivitet. Dele af dette arbejde er støttet af STVF.

For at kunne bidrage til design af nye, effektive mikrosensorer til den biomedicinske industri er der indledt samarbejde med UNI-C og Mikroelektronikcentret. I projektet bruges scientific computing til udvikling af effektive beregningsmetoder til at beskrive, hvordan biologiske celler transporteres gennem et netværk af mikrokanaler, der kun er lidt bredere end cellerne selv. Scientific computing er brug af computer som et effektivt videnskabeligt værktøj til analyse og design af komplicerede fysiske systemer.

Korte udviklingstider er afgørende i forbindelse med industrielle produkter. Det kræver en bedre teoretisk forståelse til udvikling af effektive beregningsmetoder til konstruktion af miniaturiserede optiske sensorer. Især når det drejer sig om ekstrem miniaturisering er der behov for at forbedre det teoretiske grundlag. Risø har derfor kombineret brugen af scientific computing med arbejdet med optiske systemer og optiske materialer, hvilket vil give væsentlige reduktioner i udviklingstiden. Målet er ved hjælp af hologrammer at skabe lysmønstre til fjernmålinger af forskellige fysiske parametre i mekaniske systemer, væsker og gasser. En nøjagtig beregning af lysudbredelsen fra denne type hologrammer har hidtil ikke kunnet gennemføres, men i samarbejde med Brown University har Risø udviklet en helt ny numerisk metode, der allerede har vist meget lovende resultater. For at kunne overføre beregningerne til komponenter skal mønstre med meget små detaljer kunne frembringes. Der er opnået gode resultater med en såkaldt holoplotter udviklet på Risø, men opløsningen er dog ikke god nok til fremstilling af de mindste strukturer. Udviklingen af en helt ny version med væsentlig bedre opløsningsevne er netop påbegyndt.

Miniaturiserede optiske systemer af den her omtalte type stiller også helt nye krav til materialer og fremstillingsprocesser. Risø har derfor påbegyndt en systematisk undersøgelse af anvendelsen af polymermaterialer og har opnået gode resultater med nye fremstillingsmetoder bl.a. i samarbejde med en dansk industrivirksomhed. Det er påvist, at de metoder, der anvendes til fremstilling af compactdisks også kan anvendes til fremstilling af meget komplekse integrerede optiske komponenter.

I integrerede systemer kræves der ofte elektriske forbindelser via materialer, som samtidig med at være elektrisk ledende også er gennemsigtige. Indiumtinoxid er et materiale med disse egenskaber. Risø arbejder med fremstilling af meget tynde film baseret på såkaldt laser ablation. Dette er en teknik, hvor materiale kan overføres i meget små mængder, uden kemiske ændringer, til meget tynde film.

I forbindelse med EURATOM-samarbejdet om fusionsenergi er der udviklet en ny diagnostisk metode baseret på anvendelsen af lys fra en kuldioxidlaser. De første målinger, der er udført med den nye laserdiagnostik, er sket i W7-AS stellaratoren i Garching, Tyskland. Arbejdet med kuldioxidlasere har medført aktiviteter med en helt anden anvendelse: Måling af vindhastighed foran en vindmølle med henblik på kontrol af møllen og effektkurvemålinger. Arbejdet udføres i samarbejde med to erhvervsvirksomheder, den ene i CAT. Der er indleveret en patentansøgning på den nye metode. Videre arbejde påregnes støttet af EU.

Overvågning og styring af anlæg til forbrænding af specielt biomasse kræver avancerede målemetoder, og Risø arbejder med udvikling af infrarød spektroskopi til dette formål. Et grundlæggende arbejde har påvist nye muligheder for at anvende teknikken og Risø er inviteret til at deltage i et større europæisk programforskningsprojekt, blandt andet med Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt og British Aerospace.

Med denne række initiativer og resultater er Risø godt på vej til at få en ledende rolle i en udbygning og koordinering af den optiske forskning i Danmark med anvendelsesperspektiver inden for bl.a. bio-

medicin samt industriel sensor- og måleteknik. Robotter og procesovervågning er vigtig i produktionslinjerne, og Risø er involveret i EU-projekter, der kræver billedbehandling ved hjælp af neurale netværk. I 1997 afsluttedes et projekt, hvor billedmateriale fra forbrændingszonen i et anlæg til affaldsforbrænding har været anvendt til at udlede en procedure til at opnå optimal effektivitet og mindre emission af toksiske gasser. Desuden er der arbejdet med robotters visuelle genkendelse af specielle komponenter i elektronisk udstyr. Herved bliver det muligt automatisk at adskille og udtage dele enten til genbrug eller til miljøvenlig destruktion.

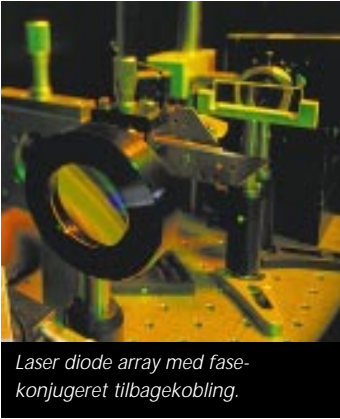


Foto: Boye Koch



Foto: Boye Koch

Programområdet Optik og sensorsystemer har basis i Afdelingen for Optik og Fluid Dynamik.

Nøgletal i 1997

Afdelingen har i 1997 beskæftiget 52,8 årsværk, heraf 14,7 årsværk ph.d.-studerende og post docs. Afdelingens omsætning var i 1997 på 35,0 mio. kr., heraf 11,2 mio. kr. i kontraktindtægter.

Afdelingens sponsorer og samarbejde med private virksomheder i 1997

Danske og udenlandske forskningsprogrammer mv. EURATOM · ESF, TAO-programmet · EUs miljøprogram · ESPRIT · INTAS · STVF · Forskningsrådenes Bonusudvalg · Forskningsrådenes MUP2-program · EFP · Heureka (Erhvervsfremme Styrelsen) · Forskerakademiet · Hewlett Packard (donation af arbejdsstation) · UNI-C (medfinansiering af ph.d.-studerende)

Private virksomheder Danske Dantec Measurement Technology A/S · IBSEN Micro Structures A/S · Nordic Laser Systems A/S · Giga A/S · DanDisc A/S · Torsana A/S · SignTronic A/S · Ferroperm A/S · Scanvision Screen · Intellix A/S · Infoteam A/S · KANItch · Regstrup Vision · Scan Technology · Aalborg Sunrod · ReaTech, CAT · Bang & Olufsen Technology · Unisensor · DTI · Vestforbrænding I/S · SK Energi · B&W Energi · Rockwool International · Tillqvist Proces A/S Foss Electric A/S

Udenlandske Siemens (Tyskland) · NASA · Anacad Electrical Engineering Software SARL · Hamamatsu Photonics · Thompson Training and Simulation (UK) · Optilink AB · British Aerospace · Mittateknikan Keskus · Swedish National Testing and Research Institute · Sensor Partners · Sick AG

Planteproduktion og stofomsætning



Hensynet til miljø, ressourcer, økonomi og forbrugernes krav har øget behovet for en lønsom planteproduktion af høj kvalitet, med lavt ressourceforbrug og ringe miljøbelastning. Risø forskning i planteproduktion og stofomsætning skal medvirke til at nå disse mål. I overensstemmelse med den nationale strategi for jordbrugsforskning søger Risø at imødekomme jordbrugssektorens behov for nye bioteknologiske metoder til plante-forædling især inden for sygdomsresistens og planteindholdsstoffer, effektiv næringsstof-udnyttelse, biologisk baserede dyrkningsmetoder og analyse af økologiske risici ved gensplejsede afgrøder.

En væsentlig del af miljøbelastningen fra planteavl skyldes brugen af gødning og sprøjtemidler. Derfor arbejder Risø på at nedsætte behovet for disse stoffer gennem effektiv udnyttelse af det naturlige samspil mellem planter og symbiotiske mikroorganismer. Denne forskning fik i 1997 et væsentligt løft gennem en bevilling fra Grundforskningsfonden, som gør det muligt at sammenligne tre vigtige symbioser mellem planter og mikroorganismer på det molekylære niveau. I 1997 er der identificeret kanaler, der transporterer kvælstof mellem plante og mikroorganisme, ligesom transporten af planteproteiner mellem plante og mikroorganisme er blevet undersøgt. Det er ved hjælp af isotopmærkning vist, at mykorrhiza svampe yder et signifikant bidrag til fosforoptagelsen hos vinterhvede i økologiske dyrkningssystemer.

Miljøbelastningen fra gødning kan også afhjælpes ved at sikre en bedre udnyttelse af kvælstoffet i husdyrgødning. Derfor har Risø undersøgt omsætningen af kvælstof fra husdyrgødning i økologisk dyrkede kløvermarker. Undersøgelser af den genetiske baggrund for næringsstofoptagelse har vist, at der er basis for at lede efter genetiske forskelle mellem sorter.

I 1997 begyndte indkøringen af Risø Environmental Risk Assessment Facility, RERAF, og det er i 1997 under-

søgt hvordan klimaet påvirker omsætningen af kulstof fra planterødder i jorden. Indkøringen har voldt større vanskeligheder end forudset, og derfor er succeskriteriet på dette punkt i kontrakten med Forskningsministeriet 1994–97 ikke helt opfyldt.

Danske planteforædlere har behov for at udvikle metoder til hurtigt og effektivt at skabe nye sorter, som lever op til nye krav om miljøvenlige dyrkningsmetoder, ændrede klimatiske forhold på grund af f.eks. drivhuseffekt og forurening samt nye ønsker og krav fra forbrugerne. Det er udgangspunktet for Risø forskning i planteforædling, der skal give mere viden om den genetiske baggrund for egenskaber som bestemmer landbrugsafgrødernes sundhed og kvalitet. Meget af Risø arbejde er i 1997 samlet inden for Cerealienetværket, der er etableret som et samarbejde mellem forædlingsindustri, planteforædlere, landbrugets rådgivningstjeneste, sektorforskningsinstitutioner og universiteter. Netværket koordineres af Danmarks Jordbrugsforskning og skal styrke samarbejdet mellem forskning og produktion af korn og kornprodukter. Risø arbejder bl.a. med at finde DNA-markører, som er en slags mærkater på kromosomstykker på generne. Ved hjælp af disse kan man finde, udvælge og kombinere nye arvelige egenskaber hos planterne,

som påvirker f.eks. deres sygdomsresistens, malt-, olie- og proteinkvalitet. For at gøre det hurtigt og enkelt for planteforædlere at udvælge plantemateriale til videre forædling arbejder Risø med fremstilling af genkort, der viser vej til gener, som giver planterne de ønskede egenskaber. De danske rapsforædlere, DLF Trifolium og Danisco Seed, har produceret rapsplanter til et projekt på Risø, hvor der udvikles markører til hurtig udvælgelse af planter, og de indarbejdes i Risø genkort over det samlede genetiske materiale i raps.

En række projekter inden for Cerealienetværkets 1. rammeprogram skal forbedre resistensniveauet i danske byg- og hvedesorter. Målet er nå frem til sorter, der kan dyrkes uden brug af pesticider. Risø arbejder inden for netværkets rammer på at øge resistensen mod de ti mest skadevoldende blad- og frøbårne sygdomme på byg og hvede ved brug af DNA-markører, epidemiologiske undersøgelser og statistiske analyser.

Resistens mod den økonomisk belastende sygdom i byg, bygmeldug, kommer i mange sorter fra tilstedeværelsen af resistensgenet *mlo*. Dette gen formodes at påvirke maltkvaliteten i negativ retning. På trods heraf er der udviklet en sort 'Alexis', som har gode maltegenskaber og *mlo*-resistens. Genetiske analyser på Risø ved hjælp af DNA-



Foto: Michael Fischer

Forsker gør genkanon klar til beskydning. I hånden har han en membran med guldpartikler belagt med genkonstruktion.

markører har vist at tilstedeværelsen af *mlo*-genet også i ‘Alexis’ påvirker maltkvaliteten i negativ retning, men at det har været muligt ved forædlingen at udvælge mange andre gener, som kompenserer for denne effekt, således at ‘Alexis’ kan have en god maltkvalitet.

En anden strategi til at forebygge meldugangreb er at identificere de gener der er nødvendige for at svampen kan angribe byg. Kendskab til biokemien bag infektionen vil gøre det muligt at designe målrettede pesticider, der blokerer specifikke processer frem for at slå mikroorganismer ihjel over en bred kam. Risø har isoleret unikke gener der er udtrykt under den tidlige interaktion mellem svamp og plante. For at påvise vigtigheden af disse gener for infektionsprocessen arbejder Risø med at udvikle en metode til transformation af svampen ved hjælp af en partikel-kanon. Risø-forskere fik som de første i verden succes med at få fremmede gener udtrykt i meldugsvampen og der arbejdes nu med at opnå stabil transformation hvor de indsatte gener også nedarves i de efterfølgende generationer.

Gylle belaster miljøet, og der er stort behov for metoder til at nedbringe denne belastning. Det er emnet for et andet af Cerealienetværkets indsatsområder, hvor Risø arbejder med at øge dyrenes udnyttelse af fosfor og mineraler i foderbyg og på at nedsætte miljøbelastningen forårsaget af fosfor fra gylle. Det meste fosfor i bygkerner er bundet i proteinet fytin, der også binder vigtige mineraler, og derved udnyttes både fosfor og mineraler dårligt af dyrene. Risø har nu fundet frem til en række mutanter i byg, som indeholder mindre fytin. Her er det meste

fosfor frit tilgængeligt og kan udnyttes af dyrene. Mutanterne er fundet i den meget dyrkede maltbygssort ‘Alexis’. Man kan også øge fosforudnyttelsen ved overproduktion af enzymet fytase i transgent korn. Fytasen nedbryder fytinet i foderet og frigør derved både fosfor og mineraler, og giver derfor samme fordele i ernæringen som lavfytinmutanter. Miljøgevinsten er stor, en reduktion på 20–30 % i gyllens fosforbelastning af markerne er inden for rækkevidde. Endelig vil indsættelse af en varmestabil fytase sikre, at enzymet kan modstå den varmebehandling, formalet korn gennemgår under foderfremstillingen, bl.a af frygt for salmonella-smitte. Som alternativ til lavfytin mutanter er der fremstillet transgent byg, der producerer så meget mikrobiel fytase, at det kan frigøre den fytinbundne fosfor i foderet.

I takt med at genteknikker vinder indpas i planteavlen er det vigtigt, at man på forhånd kan fastlægge eventuelle økologiske risici ved at udplanke gensplejsede planter i naturen. Risø arbejder derfor løbende med risikoanalyse i forbindelse med spredning af transgener fra gensplejsede afgrøder til beslægtede ukrudtsarter. Resultater fra 1997 har vist, at agerkål-lignende planter (tredje tilbagekrydsningsgeneration) med herbicidtolerance fra raps ikke har nedsat levedygtighed sammenlignet med vild agerkål.

Udbringning af slam på marker kan have miljømæssige ulemper på grund af eventuelle skadelige stoffer i slammet. Risø har i 1997 udarbejdet en lovende analysemetode for overfladeaktive stoffer fra f.eks. sulfosæbe i slam, der udbringes på landbrugsjord. Arbejdet med organiske forureninger i slam vil blive yderligere udbygget gennem SMP–97 samarbejdet, hvor Risø har fået centerledelsen af Center for Bæredygtig Arealanvendelse.

Af både sundheds- og kontrolmæssige grunde er der behov for metoder, der kan afsløre eventuelle forskelle på økologiske og konventionelt dyrkede grøntsager. Risø har i 1997 på basis af et stort antal analyser opnået interessante resultater vedrørende dyrkningsmetodens betydning for sporelementprofilen i grøntsager. De endelige resultater vil blive offentliggjort i løbet af 1998.

Programområdet Plante-
produktion og stofomsætning
har basis i Afdelingen for
Plantebiologi og Biogeokemi.

Nøgletal i 1997

Afdelingen har i 1997 beskæftiget 114,2 årsværk, heraf 30,9 årsværk ph.d.-studerende og post docs. Afdelingens omsætning var i 1997 på 68,9 mio. kr., heraf 29,7 mio. kr. i kontraktindtægter.

Afdelingens sponsorer og samarbejde med private virksomheder i 1997

Danske og udenlandske forskningsprogrammer mv.
COST · Det Bioteknologiske Forskningsprogram · Det Cereale Netværks 1. Rammeprogram · Det Strategiske Miljøforskningsprogram · EFP · ENVIRONMENT · EUREKA · EUROTRAC · FAIR · Forskningsprogrammer vedrørende Bæredygtigt Landbrug · Fremtidens Kulturplanter · FØTEK · Økologisk Jordbrug

Private virksomheder og forskningsinstitutioner mv.
Abbedfonden · AFEAS (Sammenslutningen af freonproducenter) · Alfred Jørgensens Laboratorium · AU · Carlsberg · Danisco Seeds · Danmarks JordbrugsForskning · Dansk Institut for Fundamental Metrologi · DIA · DLF-Trifolium · DMU · DTI · DTU · Dæhnfeldt · Flere institutter under Institutrådet og Landskontoret for Planteavl · Ford · FSL · GEUS · KU · KVL · Veterinær- og Fødevaredirektoratet · Miljøstyrelsen · NASA · NKT Holding · NMR · Pajbjergfonden · Rigshospitalet · Roskilde Amtssygehus · RUC · Sejet Planteforædling · Skov- og Naturstyrelsen · Slagteriernes Forskningsinstitut · Strukturdirektoratet · Topsøe A/S · AAU ·

www.risoe.dk/pbk

Systemanalyse



Airbus 340 simulator hos Aerospatiale, Toulouse, Frankrig. Hver pilot bærer en eye tracker (registrerer piloternes øjenbevægelser) under et eksperiment, der har til formål at undersøge piloters opførsel under unormale take-off scenarier. Eksperimenterne og de efterfølgende analyser er gennemført af Risø.

Industri- og energisystemer bliver stadig mere komplekse og der lægges øget vægt på miljøhensyn og menneskelige faktorer. Risøs forskning inden for systemanalyse retter sig mod disse problemstillinger. Forskningen skal dække behovene i kemisk industri, procesindustri, transportindustri, elværker, myndigheder som Energistyrelsen og Miljøstyrelsen samt danske rådgivende ingeniørvirksomheder og internationale organisationer som EU og UNEP.

For at sikre grundlag for en optimal prioritering ved fremtidig erhvervmæssig anvendelse af teknologier, komponenter, materialer mv. er der et stort behov for udarbejdelse af metoder, der på basis af scenarier og prognoser kan beskrive de direkte og indirekte samfundsmæssige konsekvenser af trufne valg. For at imødekomme dette behov har Risø i 1997 arbejdet på formulering og etablering af et nyt program Teknologiscenarier. En tværgående arbejdsgruppe har i 1997 formuleret de indledende beskrivelser og afgrænsning af forskningsfeltet og etableret kontakter til relevante virksomheder, forskere og myndigheder. Der er således nedsat et rådgivningspanel med 10 medlemmer repræsenterende dansk industri og den danske og internationale forskningsverden. Forskningsprojekterne er startet i 1998.

Ved planlægning af fremtidens energisystemer står myndigheder og energisektoren over for mange forandringer og nye udfordringer: el-liberalisering, miljøomkostninger, integration af vedvarende energi og andre energiteknologier. Derfor arbejder Risø med at udvikle bedre metoder til analyse af energi, miljø og økonomiforhold i et langsigtet perspektiv samt indpasning af nye teknologier i komplekse energisystemer. Aktiviteterne i 1997 har bl.a. omfattet udvikling af energi- og miljørelaterede satellit modeller til anvendelse i forbindelse med den officielle danske makroøkonomiske

model ADAM. Der er gennemført flere projekter til vurdering af anvendelse og indpasning af vedvarende energi, herunder vindenergi i stor skala i det danske energisystem. Der blev afsluttet et Danida-finansieret projekt for en masterplan for anvendelse af vindenergi i Ægypten i tidsperspektivet til år 2030. Endvidere er der gennemført et projekt om opgørelse af miljøeksternaliteterne for det danske energisystem, med vindenergi som eksempel, baseret på en metode udarbejdet i et EU-projekt med ensartede opgørelser for 14 lande.

I 1997 er der desuden arbejdet med opdatering og videreudvikling af edb-modellen INDUS, der kan anvendes til fremskrivning af energiforbrug og emissioner fra de væsent-



Risø har ved benyttelse af en ny EU-metode beregnet miljøeksternaliteterne for vind, biogas og naturgas. En væsentlig parameter ved opgørelsen er værdisætningen af CO₂. Her diskuterer medarbejdere i Afdelingen for Systemanalyse nogle af beregningerne.

ligste industrisektorer i Danmark. Arbejdet foregår sammen med elværkerne og Energistyrelsen. En anden væsentlig aktivitet i 1997 har været færdiggørelse af det EFP-støttede elbørsprojekt. Endelig er der i 1997 i samarbejde med Rambøll afsluttet et projekt om den samfundsmæssige værdi af gaslagre.

Industrielle proces- og kontrolsystemer bliver stadig mere avancerede og det øger behovet for at udvikle metoder til at finde, præsentere og rette fejl inden systemerne bryder ned, hvilket kan have store økonomiske, miljømæssige og menneskelige konsekvenser. Risøs forskning i industriel sikkerhed og pålidelighed sigter mod udvikling af metoder til analyse af disse problemer. I 1997 er der således arbejdet med udvikling af nye metoder til støtte i fejldiagnose. Metoderne er bl.a. blevet testet ved Hammlab simulatoren på Halden Reaktor projektet i Norge.

Skjulte fejl i proces- og kontrolsystemer er et endnu uløst problem, der undersøges på Risø. Som led i afslutning af et ph.d.-projekt er der afrapporteret en ny metode til fejl-analyse af kontrolsystemer ved brug af funktionel modellering.

Samfundet tillægger risikovurdering af nye og eksisterende anlæg stigende betydning. Risø arbejder derfor med at udvikle nye metoder til mere præcise risikovurderinger der kan bruges af beredskab, myndigheder og industri, og i 1997 har Risø beskæftiget sig med at forbedre metoder til risikovurdering i forbindelse med placering og udvidelse af kemiske anlæg. Projektet udføres i samarbejde med planlæggere i amter og kommuner. Endelig er der i 1997 gennemført en række konkrete risikoanalyser for danske virksomheder og myndigheder til brug i forbindelse med godkendelsesprocedurer.

Inden for industri, luft- og skibsfart er sikkerheden afhængig af optimalt samspil mellem mennesker og avancerede tekniske systemer. Derfor udvikler Risø nye metoder til analyse af samspillet for at kunne etablere koncepter for sikker og effektiv håndtering af komplekse arbejdsopgaver.

Sikkerheden i skibs- og luftfart er blevet et væsentligt udbygget arbejdsområde for Risø, og der er i 1997 for Aerospatiale SA gennemført en analyse af trafikpiloters håndtering af kritiske take-off scenarier

baseret på en Airbus 340 simulator i Toulouse. Som led i EU-projektet SAFECO, der ledes af Det Norske Veritas, om metoder til maritim risikoanalyse, er der udført simulator-eksperimenter på Dansk Maritimt Institut (DMI) og udviklet og implementeret en model til simulering af en rorgængers kontrol-handlinger. Endelig er der i et samarbejde med DMI og University of Texas gennemført en spørge-skemaundersøgelse (1450 svar) hos danske rederier om søfarendes holdninger til sikkerhed.

I 1997 er der sammen med Danfoss og med støtte fra Statens Humanistiske Forskningsråd arbejdet med opstilling af koncept for søgning og udveksling af information via inter-nettet i industrielle udviklingsmiljøer.



Foto: Michael Fischer

Diskussion af plantægningen af en IPCC Workshop i Afrika om Integre-rede Vurderinger af Klimastrategier i UNEP Centret på Risø. Tv. Professor Ogunlade Davidson, Visiting Professor at the UNEP Centre and Co-Chair of Working Group III in the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. I midten: Dr. John Turkson, UNEP Centre. Th. senior-forsker Kirsten Halsnæs, Risø.

Gennem året er der forhandlet med Danmarks Grundforskningsfond angående etablering af et dansk Center for Human-Machine Interaction. Centret forventes startet primo 1998 med centerledelsen på Risø og med et tæt samarbejde med DAIMI og Institut for Informations-og Medievidenskab ved Århus Universitet. Endvidere deltager DTU, DMI og Danfoss.

En vigtig brik i de internationale bestræbelser på at mindske miljø-effekterne ved energiproduktion er UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment, der finansieres af UNEP, Danida og Risø. I 1997 har

UNEP Centret arbejdet med kapacitetsopbygningsprojekter i en række udviklingslande.

En af de dominerende aktiviteter i 1997 har været arbejdet med etablering af det metodiske grundlag for analyse af samfundsmæssige omkostninger ved drivhusgas-reduktioner for forskellige sektorer som energi, transport, landbrug, skovbrug og industri, samt en ramme for tværsektoriel sammenligning af omkostninger. Ligeledes har der været arbejdet med miljø og samfundsmæssige aspekter ved deregulering af elsektoren i udvalgte udviklingslande, samt implemen-tering af kapacitetsopbygnings-projekter i 15 lande i Afrika, Asien, Latinamerika og Østeuropa. Endelig var UNEP centret arrangør af en Workshop for Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) om ‘Social and Economic Impacts of Climate Change Mitigation’ på Risø i juni 1997 med ca. 100 deltagere fra hele verden. Centret har i 1997 opfyldt et af succeskriterierne i resultatkontrakten med Forsknings-ministeriet om en fordobling af aktiviteterne i forhold til 1993-niveauet.

Programområdet Systemanalyse har basis i Afdelingen for Systemanalyse.

Nøgletal i 1997

Afdelingen har i 1997 beskæftiget 58,5 årsværk, heraf 11,9 årsværk ph.d.-stude-rende og post docs. Afdelingens omsæt-ning var i 1997 på 47,1 mio. kr., heraf 28,6 mio. kr. i kontraktindtægter.

Afdelingens sponsorer og samarbejde med private virksomheder i 1997

Danske og udenlandske forskningsprogrammer mv.
EFP · EUREKA · EUs 4. rammeprogram
Nordisk Ministerråd · SMP

Virksomheder og organisationer
Aerospatiale · AFREPREN · AIT · Asian
Development Bank · AU · Cired · Climate
Change Secretariat · Danfoss · Danida ·
Danmarks Statistik · Det økonomiske råds
sekretariat · DMI · DMU · DTU · Elkraft ·
Elsam · ENDA · ENS · EU · GEF · GTZ · IPCC ·
KU · LBNL · Maersk · MST · Novo Nordisk ·
RUC · SEI · Sida · SMP · UNAM · UNDP ·
UNEP · University of Bath · World Bank ·
AAU

Vindenergi og atmosfæriske processer



Foto: Boye Koch

Visualisering af strømningen over en vinge ved hjælp af uldtråde.

Verdens vindenergi udgør en stor ressource der udnyttes i stigende grad. IEA vurderer således, at den installerede effekt fra vindkraft vil vokse til det dobbelte fra udgangen af 1996 frem til årtusindeskiftet. Risøs forskning i vindenergi skal fremme den globale anvendelse af vindenergi gennem udvikling af metoder til design, konstruktion, afprøvning og placering af vindmøller, bestemmelse af vindlaster og vindressourcer. Programområdet omfatter også metoder til bestemmelse af spredning, omsætning og virkning af luftforurening.

En vigtig forudsætning for den globale anvendelse af vindenergi er udvikling og anvendelse af metoder og modeller til bestemmelse af vindressourcer og vindpåvirkninger. Det kræver ny viden om vindklimatologi, atmosfærisk strømning og turbulens. For at styrke den mangeårige aktivitet på området blev forskningsprogrammet Vindkraftmeteorologi etableret i 1997.

I USA er vindenergiens udbredelse blandt andet afhængig af elværkernes mulighed for at forudsige elproduktionen fra vindmøller og tilpasse kraftværksproduktionen derefter. Derfor har Risø i 1997 startet et samarbejde med de amerikanske elværkers forskningsinstitut EPRI om at implementere modeller til kortfristede prognoser af vindmøllepar- kers produktion. Modellerne udarbejdes i et EU-JOULE projekt, som Risø leder. Desuden deltager ELKRAFT og ELSAM samt vindmølleparker i Storbritannien og Grækenland.

Verdensstandarden for beregningsprogrammer til bestemmelse af vindressourcer er Risøs program, WAsP, der nu er solgt i mere end 400 eksemplarer i mere end 60 lande. Programmet udvikles løbende sammen med den danske vindmølleindustri og den internationale forskningsverden. I 1998 forventes en version for Windows at være klar.

Det er vigtigt for vindmølleindustriens troværdighed, at prøvning, godkendelse og certificering nyder international anerkendelse. Derfor

udfører afdelingen på kommerciel basis vindmølleprøvning og godkendelse af vindmøller for industrien. Prøvningsopgaven har i 1997 udvidet sin akkreditering, og været en af de primære kræfter i opbygningen af det europæiske netværk af prøvestationer, MEASNET, som skal sikre en automatisk europæisk anerkendelse af prøvningsresultater. Arbejdet med at skabe en ny afprøvningsplads for store vindmøller i Vestjylland er fortsat, og afslutningen af byggeriet og kapacitetsudvidelsen af vingeforprøvningscentret i Sparkær har været en milepæl. Godkendelsesopgaven har i 1997 haft stigende omsætning, og den positive udvikling af opgaven har bl.a. resulteret i en akkreditering af DANAK.

Integration af vindmøller i større elsystemer kræver nye løsninger i det elektriske design og styring af vindmøllerne. Udvikling af elkomponenter til vindmøller, vindmølleregulering, nettilslutning og systemintegration af vindmøller indgår i et nyt forskningsprogram, der blev oprettet i 1997. En stor aktivitet har været udvikling af en pitchreguleret vindmølle med variabelt omløbstal, i samarbejde med Vestas og ABB, støttet af Energistyrelsen. De første målinger på en forsøgsopstilling på Risø har vist, at reguleringskvaliteten er forbedret kraftigt, og at produktionsforbedringer kræver on-line optimering.

Med støtte fra EU-Joule er der arbejdet med nettilslutning af vindmøller på svage net. Der er udviklet

to nye koncepter, som kan bidrage til at udbrede de områder, hvor det er rentabelt at opstille vindmøller, fordi udgifterne til netforstærkning bliver mindre.

Fortsat innovation i vindmølleindustrien kræver løbende arbejde med at udvikle nye vindmøllekoncepter og modeller til analyse af lastgrundlag, design og optimering af vindmøller. Risø etablerede i 1997 et nyt forskningsprogram til disse opgaver. Det teoretiske grundlag for fremstilling af en vindmøllevinge med en effektivitetsforbedring på 10% er opnået i løbet af kontraktperioden med Forskningsministeriet 1994-97.

For at sikre hurtig dokumentation af vingeprofiler til konstruktion af nye vindmøllevinger er der udviklet avancerede måle- og beregningsmetoder på Risø, støttet af Energistyrelsen. Målemetoden er nu færdig og dokumenteret og vil blive anvendt til at afprøve en serie nye profiler som er udviklet af Risø. Den dynamiske beregningsmodel er blevet verificeret i forbindelse med EU-projekter. Risø disponerer således over to vidt forskellige metoder, der supplerer hinanden godt.

De fleste moderne vindmøller er bygget med vinger, der staller ved høje vindhastigheder, så møllen ikke overbelastes. I visse tilfælde kan vingerne dog gå i selvsving og blive ustabile. I et forskningsprojekt, medfinansieret af Energistyrelsen og EUs JOULE-program, er grundlaget for design af stallregulerede vindmøller derfor udbygget for at opnå maksimal stabilitet under stall. Resultaterne er implementeret i beregningspro-



Foto: Boye Koch

Arbejde med vinger til små vindmøller.

Risø Arbejdet 1997

grammet Hawc, så man kan vælge de designparametre, der giver den største stabilitetsmargin.

For at bevare Danmarks internationale førerposition på vindenergiområdet arbejder Risø på at styrke sin position som et ledende europæisk vindenergicenter. I 1997 blev vinderne af en arkitektkonkurrence om at udforme de fysiske rammer for dette center udpeget. Det blev tegnestuen Nielsen, Nielsen og Nielsen, Århus. Der arbejdes nu på at finansiere byggeprojektet. Samtidig arbejdes der på at styrke Risøs indflydelse i det internationale forsknings- og udviklingssamarbejde om vindkraft. Fra 1997 deltager Risø for Energistyrelsen som Danmarks repræsentant i det internationale energiagenturs samarbejdsaftale om vindenergi. Risø har fået den ledende rolle i formulering af strategi og handlingsplan for IEAs vindenergiaktiviteter de næste 4 år. Den internationale rådgivning om vindenergi har i 1997 omfattet opgaver i Indien, Kazakstan, Fiji, Cook Islands, Tonga, Ægypten, Cape Verde, Rusland og Tjekkiet.

Kortlægning og vurdering af forurening, spredning af radioaktive stoffer efter uheld og drivhuseffektens virkninger kræver øget viden om atmosfærisk transport og omsætning af luftbårne stoffer og deres udveksling med økosystemer. I samarbejde med DMU og i internationalt samarbejde har flere projekter, støttet af EU, NMR og SNF, beskæftiget sig med udvekslingen af drivhusgasser mellem hav og atmosfære. Arbejdet har skaffet ny viden om spredning og udveksling og forbedret en række måleteknikker. Deposition af kvælstofforbindelser mellem hav og luft undersøges i en række projekter, især stoffernes kemiske og fysiske omsætning i atmosfæren, og dennes betydning for udvekslingen med havoverfladen.

Sker der nukleare uheld er det vigtigt, at man kan beregne spredningen af radioaktive stoffer af hensyn til f.eks. evakuering. Risø har i 1997 afsluttet en del af RODOS-2000 projektet, der i år 2000 skal kunne tages i brug i de europæiske lande. Risø har også arbejdet med det tilsvarende system hos Beredskabsstyrelsen, der kaldes ARGOS-NT og anvendes i Danmark, de baltiske lande og Polen.

I 1997 blev der udført atmosfæriske grænselagsmålinger på Mars fra NASAs Pathfinder-mission. Risø deltog, støttet af SNF, i den videnska-



Foto: Boye Koch

Måling af batteriernes ladetilstand i PQ-controller. En PQ-controller består af en effektelektronikenhed og en batteribank og kan styre effekten fra f.eks. en vindmølle, så påvirkningen af el-nettet minimeres. Herved kan der tilsluttes flere vindmøller et givent sted i el-nettet uden at det skal forstærkes.

belige gruppe, der stod for fortolkningen af disse data. Dette arbejde i en helt anden atmosfære end Jordens, bekræfter en række teoretiske modellers universelle gyldighed.

Miljøeffekten af nye forbindelser som freonalternativer er blevet undersøgt, og for en gruppe af freonalternativer er målet i resultatkontrakten med Forskningsministeriet om international resultatformidling nået. Indsatsen fortsættes, og Risøs rådgivning af dansk og international industri udbygges fortsat.

Fremtidens rene motorbrændstof indeholder ilt, og denne nye type brændstof til benzin- og dieselmotorer samt nye additiver til brændstoffer har Risø undersøgt i samarbejde med Ford Motor Company.

I samarbejde med University of North Carolina er det vist, at indholdet af nitro-naphthalener er en meget væsentlig årsag til, at udstødningsgasser er mutagene og kræftfremkaldende.

Programområdet Vindenergi og atmosfæriske processer har basis i Afdelingen for Vindenergi og Atmosfærefysik.

Nøgletal i 1997

Afdelingen har i 1997 beskæftiget 87,7 årsværk, heraf 9,1 årsværk ph.d.-studerende og post docs. Afdelingens omsætning var i 1997 på 74,4 mio. kr., heraf 47,7 mio. kr. i kontraktindtægter.

Afdelingens sponsorer og samarbejde med private virksomheder i 1997

Danske og udenlandske forskningsprogrammer mv.
EFP · Eureka · EUs særprogram for Forskning og Teknologisk Udvikling inden for Miljø · Force · JOULE · MAST · Nordisk Ministerråds Forskningsprogram 1993–97 · SMP · STVF · Thermie · UVE

Private virksomheder, myndigheder, institutioner mv.
A/S Wincon · ABB · Beredskabsstyrelsen · Bonus Energi A/S · Carl Bro A/S · CENELEC · COWI · Dahl Instrumenter · Danida · Danmarks JordbrugsForskning · Danservice · Dansk Standard · Danske Svineslagterier · DEFU · Det Norske Veritas A/S · DMI · DMU · DTI · DTU · Elkraft · Elsam · ENS · EPP (græsk elselskab) · EPRI · EUREC-Agency · EWEA · FN · Genvind Production · Hanstholm Møller · IEA R&D Wind · IEC, International Electrotechnical Commission · Kampsax · KU · LM Glasfiber A/S · N.E.G. MICON A/S · MST · Storebælt A/S · Svendborg Brakes A/S · Verdensbanken · Vestas Wind Systems · Veterinær- og Fødevarerdirektoratet · Windgineering · Windworld af 1997 A/S · AAU

www.risoe.dk/amv

Nuklear sikkerhed

Risø er Danmarks videncenter inden for nuklear sikkerhed, strålingsbeskyttelse og anvendelse af nuklear måleteknik. Arbejdet på dette program-område tilgodeser myndighedernes behov for rådgivning om nukleare og strålingsmæssige forhold, og Risø deltager i internationalt traktatbestemt samarbejde på miljø- og reaktorsikkerhedsområdet.

Danmark er omgivet af lande med kernekraftværker. På reaktorsikkerhedsområdet kræves faglig, dansk ekspertise, som kan rådgive danske myndigheder og andre om kernekraftspørgsmål. Risø deltager derfor i det internationale samarbejde om reaktorsikkerhed. I 1997 er der arbejdet med de såkaldte tab-af-kølemiddel-uheld i vandkølede reaktorer, hvor der er mulighed for ukontrolleret kritikalitet. Som led i et nordisk reaktorsikkerhedsprojekt har Risø udviklet en computermodel, der kan beregne denne type uheld. Arbejdet er fortsat i et EU-projekt (SARA) med dansk, finsk og svensk deltagelse.

Inden for det nordiske samarbejde om reaktorsikkerhed er forløbet af en kernenedsmeltning i kogendevandsreaktorer undersøgt ved hjælp af computerberegninger. I de senere år har udviklingen inden for kogendevandsreaktorer bevæget sig mod simple systemer med naturlig cirkulation af kølevandet i stedet for brug af pumper. Det giver dog risiko for ustabiliteter i reaktoren. Der er på Risø udarbejdet og afprøvet et computerprogram til undersøgelse af stabiliteten i de nye reaktorer.

I forbindelse med en sikker drift af kernekraftværker er det vigtigt at kunne vurdere strålingsbeskadigelsen af reaktortanken på grund af neutronbestrålingen samt neutronaktivering af reaktorkomponenter med henblik på udskiftning af disse.

Risø har udviklet beregningsmetoder til at bestemme disse forhold. For det svenske kernekraftværk Forsmark er der på kontraktbasis udført beregninger af neutrondoserne i forskellige dele af værkets reaktorer.

De mange udtjente russiske atomubåde, der er oplagt ved flådebaser på Kolahalvøen med uranbrændsel i reaktorerne, har givet anledning til bekymring i Vesten. Risø har deltaget i et internationalt studie under North Atlantic Cooperation Council om sikkerhedsforholdene ved disse reaktorer. Den danske indsats har koncentreret sig om kritikalitetsuheld og har blandt andet påvist, at risikoen for disse er større end tidligere hævdet fra russisk side. Dette har bidraget til, at russerne har indført nye sikkerhedsforanstaltninger.

Befolkningen er til daglig udsat for både menneskeskabte og naturlige strålskilder. Naturlige kilder er f.eks. kosmisk stråling og en række radioaktive stoffer i jord, vand, luft, byggematerialer, fødevarer og mennesker selv. Blandt de menneskeskabte strålskilder er medicinsk og erhvervsmæssig brug af bestråling. Risø forsker i strålingsbeskyttelse for at kunne forudsige, bestemme og begrænse den dosis, som befolkningen modtager fra menneskeskabte og naturlige strålskilder.

Den radioaktive gasart radon findes overalt i jorden, siver ind i huse og giver øget sandsynlighed for

at få lungekræft. Risø undersøgte i 1995–96 en række metoder til at nedsætte radonkoncentrationen i danske enfamiliehuse. Det blev vist, at aktiv ventilation kunne fjerne op til 90 % af radonindholdet i luften. Undersøgelsen, hvis endelige rapport forelå i 1997, var finansieret af Bygge- og Boligstyrelsen og SIS, og udført i samarbejde med SIS, SBI, GEUS og COWI. I 1997 blev et projekt med radonmålinger på intakte jordsøjler, udført i samarbejde med Geoteknisk Institut, afsluttet. Resultaterne bidrager til at forstå hvorfor radonniveauerne i danske huse bygget på moræneler er relativt høje. Med disse undersøgelser har Risø levet op til et af målene i resultatkontrakten 1994–97 med Forskningsministeriet.

Erfaringerne fra ulykken i Tjernobyl viste at beta-bestråling af huden var årsag til mange alvorlige strålingsskader hos redningspersonalet og at der var behov for bedre metoder og instrumenter til beta-dosimetri. Derfor har Risø udviklet udstyr til formålet. Risøs undersøgelser har vist, at såkaldte laser-scanning imaging plader kan anvendes til bestemmelse af dosisfordelinger i beta-strålingsfelter på større overflader, der er forurenet med beta-radioaktivitet. Et andet avanceret instrument til beta-dosimetri, baseret på energispektret af beta-strålingen, udvikles som en del af et EU-projekt. Udstyret er færdigudviklet i 1997, mens ud-



Risø har udviklet en teknik, som kan rekonstruere strålingsdoserne til et område, der har været udsat for et nukleart uheld. Det sker ved brug af såkaldt optisk stimuleret luminescens, OSL. I 1997 er der arbejdet med at forfine måleteknikken, og udstyret er solgt til mange udenlandske laboratorier.

Risø Arbejdet 1997

viklingen af metoder til omsætning af energispektre til beta-doser forløber frem til 1999.

Når der er sket uheld hvor radioaktivitet er sluppet ud i omgivelserne, er det vigtigt, at der hurtigst muligt sættes ind med aktiviteter, der kan nedbringe strålingsniveauerne. Derfor har Risø under det nordiske NKS-samarbejde fremstillet en håndbog om oprensning af radioaktivt forurenede områder. Håndbogen viser, at det i mange tilfælde er muligt at reducere den eksterne stråling til befolkningen i et kontamineret område med en faktor 10 eller mere.

Efter et nukleart uheld rejser spørgsmålet sig: Hvor meget stråling blev befolkningen egentlig udsat for og hvilke konsekvenser vil det få? Derfor har Risø udviklet en teknik, som kan rekonstruere strålingsdoserne til et område. Det sker ved brug af såkaldt optisk stimuleret luminescens, OSL. Teknikken er baseret på at indsamle prøver af f.eks. mursten, porcelæn, vejbelægning mv., som indeholder mineralerne kvarts og feldspat. I disse mineraler oplagres der energi, når de udsættes for bestråling. OSL-udstyret kan efterfølgende frigive energien som et lysglimt, der måles med en fotocelle. Herefter kan man beregne, hvor meget stråling de undersøgte prøver, og dermed befolkningen, blev udsat for som følge af ulykken. I 1997 er der arbejdet med at forfine måleteknikken, og udstyret er solgt til mange udenlandske laboratorier.

Syd for Katarinenburg fremstillede Sovjetunionen en væsentlig del af sit atomvåbenarsenal. Nu ved man, at de sovjetiske myndigheder tilsidesatte en række miljø- og sikkerhedshensyn, hvilket gav massiv radioaktiv forurening af søer og floder i området. Det internationale samfund opklarer nu konsekvenserne, og Risø deltager i dette arbejde. Som led i det EU-finansierede SUCON (South Ural Contamination) projekt, er det nu for første gang lykkedes at påvise technetium-99 i russiske flodsedimenter. Opdagelsen giver mulighed for sporing af de tidlige udslip i halvtredserne helt op til det Arktiske Ocean, hvis man kan udvikle en metode til at bestemme technetium i så små koncentrationer.

Risø deltager i IAEAs undersøgelse af den radioaktive forurening af havmiljøet ved Mururoa og Fangataufa efter at kernevåben-

forsøgene er indstillet. I 1997 har Risø gennemført målinger af en række radioaktive stoffer, der stammer fra de atmosfæriske forsøg i 60'erne og 70'erne. Resultaterne vil fremgå af en international rapport, der forventes udgivet af IAEA i 1998.

Når miljøbelastninger skal vurderes på en international sammenlignelig måde kræver det referencemetoder til bestemmelse af grundstoffer, der har betydning for miljøet. Sådanne metoder udvikles på Risø, og i 1997 blev indholdet af platin i jord- og luftprøver, opsamlet i hovedstadsområdet og Københavns centrum, bestemt ved neutronaktiveringsanalyse i samarbejde med Ben Gurion Universitet, Israel, Det Tekniske Universitet i München og Danmarks Miljøundersøgelser. Analyser af muslingevæv for platin viste, at indholdet var for lavt til en egentlig certificering, men netop på grund af neutronaktiveringsanalysens særlige karakter har Risø kunnet give en sikker øvre grænse.

I samarbejde med Arbejdsmiljøinstituttet udførtes certificeringsanalyser af humane serum- og urinprøver for SM&T i Bruxelles. Til interkalibrering for DSM Research i Holland bestemtes en række elementer i polymere stoffer.



Betabestrålingsenhed til TL/OSL apparatur.

Programområdet Nuklear sikkerhed har basis i Afdelingen for Nuklear Sikkerhedsforskning og Nukleare Anlæg.

Nøgletal i 1997

Afdelingen har i 1997 beskæftiget 141,1 årsværk, heraf 3,1 årsværk ph.d.-studerende og post docs. Afdelingens omsætning var i 1997 på 104,5 mio. kr., heraf 37,5 mio. kr. i kontraktindtægter.

Afdelingens sponsorer og samarbejde med private virksomheder i 1997

Danske og udenlandske forskningsprogrammer mv.
Beredskabsstyrelsens Østprogram · EUs fjerde rammeprogram · FØTEK KAS, Herlev · Miljøstyrelsens AMAP-program · NATO · NKS · SIS · SNF

Private virksomheder
COWI · Danske eksportører af levnedsmidler (f.eks. Kløvermælk) · Delta Lys og Optik · Forsmarks Kraftgrupp AB

Bestyrelse og ledelse

Bestyrelse

Professor, dr. med. Ulrik V. Lassen
Novo Nordisk Fonden
Formand

Kommitteret Inge Thygesen
Finansministeriet
Næstformand

Direktør Poul Skovgaard

Udviklingschef, lic. techn. Søren Dalby
Handels- og Ingeniørhøjskolen

Prorektor, professor Knut Conradsen
Danmarks Tekniske Universitet
Fra 1. sept. 1997

Udviklingschef Jørgen Elikofer
Dansk Metalarbejderforbund
Fra 1. sept. 1997

Adm. overlæge, dr. med.
Per Buch Andreasen
Københavns Amtssygehus, Gentofte
Fra 1. sept. 1997

Udviklingschef, brygmester
Birthe Skands
Carlsberg A/S
Fra 1. dec. 1997

Forskningstekniker Jens Olsson
Forskningscenter Risø
Valgt af Risøs medarbejdere

Adjungeret professor
Kurt Nørgaard Clausen, lic. techn.
Programleder
Forskningscenter Risø
Valgt af Risøs medarbejdere

Direktør Erik Lindegaard
Miljøstyrelsen
Til 31. august 1997

Forbundssekretær
Bjarne Weiler Madsen
Dansk Metalarbejderforbund
Til 29. maj 1997



Foto: Boye Koch

Professor Søren Molin
Laboratoriet for Mikrobiologi
Danmarks Tekniske Universitet
Til 31. august 1997

Direktør, lic. techn. John Hebo Nielsen
Gaia Technologies A/S
Til 30. november 1997

Bestyrelsens sekretariat

Konstitueret vicedirektør, cand.jur.
Lisbeth Grønberg
Forskningscenter Risø

Fuldmægtig, cand. jur. Poul Mohr
Forskningscenter Risø

Organisationsplan

Direktion

Lic. techn. Jørgen Kjems, Administrerende direktør fra 1. oktober 1997, vicedirektør til 30. september 1997
Dr.phil. Hans Bjerrum Møller, Administrerende direktør til 30. september 1997
Cand.jur. Lisbeth Grønberg, Vicedirektør, konstitueret fra 1. oktober 1997

Direktionssekretariatet

Lic. techn. Flemming Øster,
konstitueret fra 1. oktober 1997
Cand.jur. Lisbeth Grønberg,
til 30. september 1997

Afd. for Bygnings-
og Anlægsservice

Ingeniør Freddy Mortensen

Afd. for Nuklear
Sikkerhedsforskning
og Nukleare Anlæg

Lic.techn. Benny Majborn

Personalekontoret

Cand.jur. Ulla Rasmussen

Afd. for Elektronik
og Mekanik

Ingeniør Erik Kristensen

Afd. for Vindenergi
og Atmosfærefysik

Lic. techn.
Erik Lundtang Petersen

Pressechefen

Videnskabsjournalist
Cand.scient.
Leif Sønderberg Petersen

Afd. for Informationsservice

Bibliotekar Birgit Pedersen

Afd. for Systemanalyse

Lic.techn. Hans Larsen

Sikkerhedssekretariatet *

Civ.ing. Hanne Troen

Økonomiafdelingen

Cand.polit. Minna Nielsen

Afd. for Plantebiologi
og Biogeokemi

Cand.scient. Arne Jensen

*Oprettet pr. 1. februar
1998. Tidligere Sikker-
hedsafdelingen.

Afd. for Materialers
Fysik og Kemi

Professor, lic.scient.
Klaus Bechgaard

Afd. for Materialeforskning

Dr.techn. Niels Hansen

Afd. for Optik
og Fluid Dynamik

Adj. professor, civ.ing. Lars Lading

Forskeruddannelse mv.

I 1997 har i alt 73 ph.d.-studerende, svarende til 61 årsværk, været tilknyttet Risø. Af disse har 50 haft et stipendium samfinansieret mellem Forskerakademiet og Risø, mens 5 har været finansieret af Ingeniørvidenskabeligt Center og 18 har været finansieret på anden måde. Antallet af post doc.-stipendiater er steget fra 51 i 1996 til 62 i 1997, svarende til henholdsvis 40 og 52 årsværk, hvoraf 26 er udenlandske stipendiater. Pilotforsøget under ATVs Erhvervsforskerudvalg med ErhvervsPostDoc-projekter har i alt ført til, at der er 4 projekter som er afsluttet, 3 er afbrudt, mens der i 1997 er igangsat yderligere 3 projekter. På grundlag af dette pilotforsøg vil samarbejdet med ATV blive forlænget.

Afdelingen for Optik og Fluid Dynamiks arbejde inden for ikke-lineær dynamik er en central del af det nyoprettede forskerskoleinitiativ med titlen Danish Ph.D. School in Nonlinear Science mellem MIDIT, DTU og Afdelingen for Optik og Fluid Dynamik. Forskerskolen har desuden deltagelse af NBI og HCØ, KU samt af Novo Nordisk. Skolen er sponsoreret af Forskerakademiet og udbyder et ph.d.-program på internationalt niveau med det formål at sætte de studerende i stand til at forstå og udnytte de nyeste resultater inden for den ikke-lineære dynamik og at benytte disse i videnskab og industri.

Ph.d.-grader i 1997

Afdelingen for Materialeforskning

Cand.scient. Henrik Christoffersen, Københavns Universitet
Civilingeniør Torben V. Rasmussen, Danmarks Tekniske Universitet
Civilingeniør Bjørn Clausen, Danmarks Tekniske Universitet
Civilingeniør Torben K. Jacobsen, Danmarks Tekniske Universitet
M.A. (Cantab) Chris Pickup, University of Cambridge, UK
Civilingeniør Nini H. Pryds, Danmarks Tekniske Universitet

Afdelingen for Materialers Fysik og Kemi

Civilingeniør Michael Gerstenberg, Københavns Universitet
Civilingeniør Morten Jagd Christensen, Københavns Universitet
Civilingeniør Martin Vigild, Danmarks Tekniske Universitet
Civilingeniør Marianne Pedersen, Danmarks Tekniske Universitet

Afdelingen for Optik og Fluid Dynamik

Cand.scient. Niels Chr. Rømer Holme, Niels Bohr Institutet

Afdelingen for Plantebiologi og Biogeokemi

Cand.scient. Trine Møgelberg, Københavns Universitet
Cand.scient. Frank Jacobsen, Roskilde Universitetscenter
Civilingeniør Christian Helweg, Roskilde Universitetscenter
Cand.scient. Merete Bilde, Københavns Universitet
Cand.scient. Finn Jørgensen, Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole
Civilingeniør Annette Behrens, Danmarks Tekniske Universitet
Cand.scient. Lars Landbo, Aarhus Universitet

Afdelingen for Systemanalyse

Cand.psyk. Hans Henrik Krogh Andersen, Roskilde Universitetscenter
Cand.techn.soc. Christina Ingerslev, Roskilde Universitetscenter
Cand.polit. Kirsten Halsnæs, Roskilde Universitetscenter
Civilingeniør Atoosa Jalashgar, Danmarks Tekniske Universitet

Afdelingen for Vindenergi og Atmosfærefysik
Civilingeniør Liselotte S. Geernaert, Københavns Universitet

Afdelingen for Nuklear Sikkerhedsforskning og Nukleare Anlæg

Cand.scient. Niels Agersnap Larsen, Niels Bohr Institutet
Cand.scient. Ayoe Gry Hoff, Niels Bohr Institutet
Cand.scient. Martin H. Grosell, Københavns Universitet
B.Sc. Kendra Foltz, University of Illinois

Doktorgrader i 1997

Lic. agro. Erik Steen Jensen, Afdelingen for Plantebiologi og Biogeokemi, har opnået graden som dr.agro. på en afhandling om The Role of Grain Legume N₂ Fixation in the Nitrogen Cycling of Temperate Cropping Systems.
Programleder Dorte Juul Jensen, Afdelingen for Materialeforskning, har opnået graden som dr.techn. på en afhandling om Orientation Aspects of Growth during Recrystallization.

Udnævnelser til adjungeret professor

Dr.agro. Gunnar Gissel Nielsen, Afdelingen for Plantebiologi og Biogeokemi, er udnævnt til adjungeret professor ved KVL for en 5-årig periode.
Lic.scient. Ole John Nielsen, Afdelingen for Plantebiologi og Biogeokemi, er udnævnt til adjungeret professor ved Roskilde Universitetscenter for en 5-årig periode.

Priser

Afdelingschef, professor, cand.scient. Klaus Bechgaard har modtaget NKTs forskerpris 1997.

Undervisning

Som et led i at styrke universitetskontakten har Afdelingen for Materialeforskning etableret faciliteter til fjernundervisning i et fælles initiativ om fjernundervisning og videokonferencer med de naturvidenskabelige fakulteter ved landets seks universiteter og KVL. Initiativet er blevet finansieret af Center for Teknologistøttet Uddannelse, Undervisningsministeriet samt de deltagende institutioner. Dette moderne kommunikationsmiddel blev indviet af undervisningsministeren den 15. maj 1997. Udover fjernundervisning af studerende, vil udstyret blive brugt til efteruddannelseskurser for medarbejdere i danske virksomheder samt til møder og konferencer med inden- og udenlandske samarbejdspartnere.

For at motivere de unge for samfundsvigtige uddannelser i naturvidenskab og teknisk videnskab gennemfører Risø en række aktiviteter over for folkeskolens ældste klasser, gymnasieelever og deres lærere. Risø Besøgscenter modtog i 1997 således i 1997 38 8.-10. klasser i 'Forsker for en dag'-arrangementerne. Desuden modtog besøgscentret 23 klasser fra gymnasier og tekniske skoler. Afdelingen for Materialeforskning modtog i 1997 47 elever til 1-dags øvelseskursus og 15 elever til 2-dages kursus i materialeforskning.

Afdelingen for Nuklear Sikkerhedsforskning og Nukleare Anlæg bidrager til undervisningen i strålingsinstrumentering og helsefysik ved DTU. Samarbejdet er under udbygning til også at omfatte reaktorfysik og atomkraftteknik. Hvert år i januar gennemfører et antal studerende fra DTU et øvelseskursus ved undervisningsreaktoren DR1, som endvidere i årets løb modtog ca. 40 gymnasieklasser, der udfører øvelser ved reaktoren.



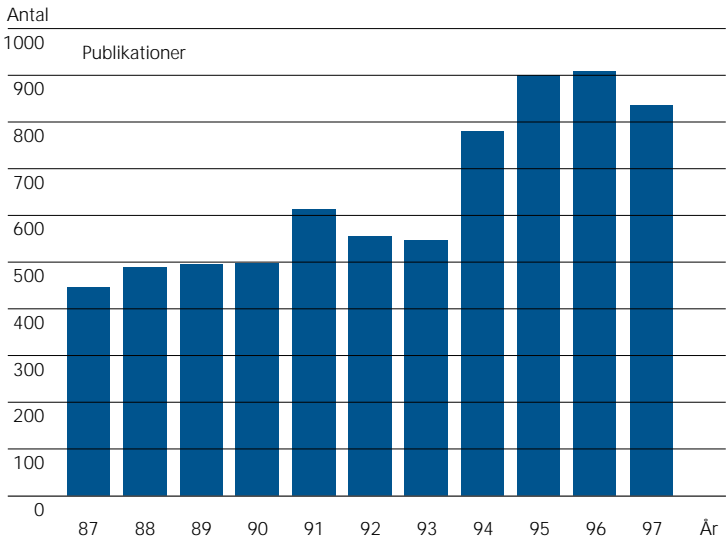
Foto: Boye Koch

Karakterisering af organiske forbindelser og polymerer ved hjælp af NMR spektroskopi. (250 MHz multikerne NMR spektrometer på Afdelingen for Materialers Fysik og Kemi).

Risøs publikations- og foredragsvirksomhed

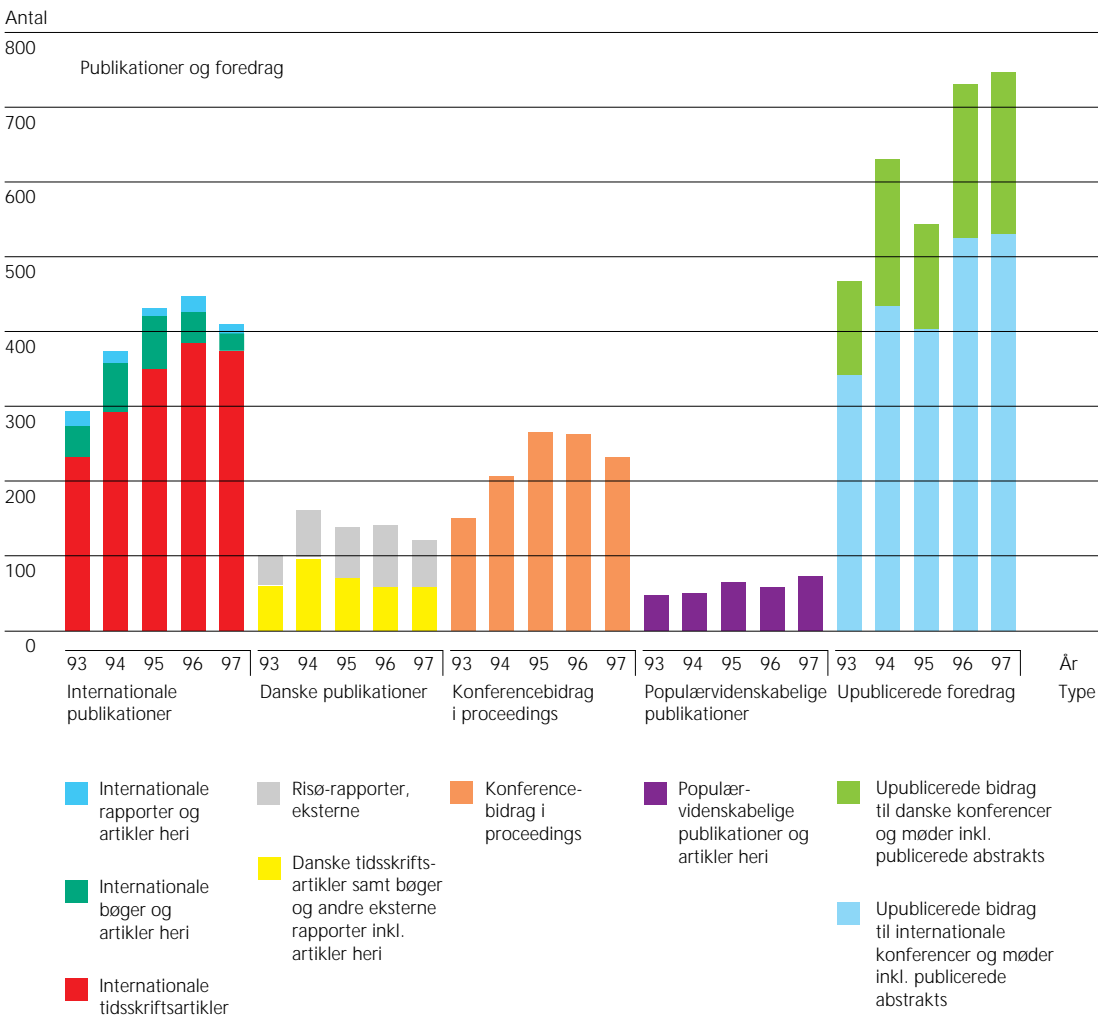
Risø har som et vigtigt mål at formidle sine resultater til forskningsverdenen gennem artikler i internationale tidsskrifter, forskningsrapporter og andre publikationer.

Figur 1. Risøs samlede, årlige publikationsvirksomhed i perioden 1987–97.



Figur 1

Figur 2. Mængden og fordelingen af publikationer fra Risø i perioden 1993–97 samt antal upublicerede foredrag i samme periode.



Figur 2

Risøs artikler i ISIs Source Journals i perioden 1982–96

Informationssystemerne fra Institute for Scientific Information, ISI, er de mest benyttede ved udarbejdelse af bibliometriske analyser. ISI indekserer mere end 4000 internationale tidsskrifter inden for det naturvidenskabelige og teknisk-videnskabelige område og ca. 3000 tidsskrifter inden for humaniora og samfundsvidenskab (ISI Source Journals). Udover at indekserer tidsskrifterne foretager ISI også optællinger af, hvor mange gange en given artikel har været nævnt i andre forfatteres referencelister (citationer).

Risø abonnerer på ISIs *Institutional Citation Report* (ICR) og har dermed en database med referencer til de artikler i ISIs Source Journals, hvor Risø er anført som forfatteradresse. Udover at oplyse om, hvor mange

gange Risøs artikler er citeret, oplyser databasen også, hvor mange gange artiklerne 'burde' være citeret, såkaldt forventede antal citationer.

Antal forventede citationer udregner ISI ved at tage gennemsnittet af referencer til artikler af samme type og i samme tidsskrift over en længere år-række. Databasen giver således Risø mulighed for at se, om institutionens artikler citeres mere eller mindre i forhold til, hvad der kan forventes.

ICR-databasen viser at Risøs artikler 1992–96 er blevet citeret 45 % mere end forventet.

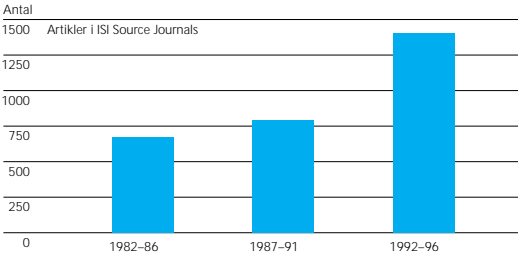
En sammenligning af antal publikationer i femårsperioden 1992–96 og antal publikationer i de foregående to femårsperioder viser, at antallet af artikler fra Risø i ISIs Source Journals er stigende (figur 3).

Antal citationer er også steget (figur 4), og der er også en stigning

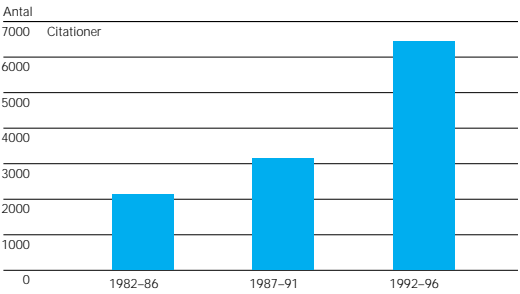
målt som gennemsnitligt antal citationer pr. artikel (figur 5). For at kunne sammenligne de tre femårsperioder er der alene opgjort det antal citationer, som er givet til artiklerne inden for samme periode, som de er publiceret i.

Databasen giver også mulighed for at belyse Risøs samarbejde med andre forskningsinstitutioner. Ud af de 1414 artikler med Risø-forfattere, som ISI har indekseret i perioden 1992–96, er 24 % af artiklerne publiceret sammen med forskere fra Danmark. De fem lande, som Risø derudover har publiceret mest sammen med, er USA (17 %), Tyskland (12 %), England (8,9 %), Sverige (5,3 %) og Frankrig (5,3 %).

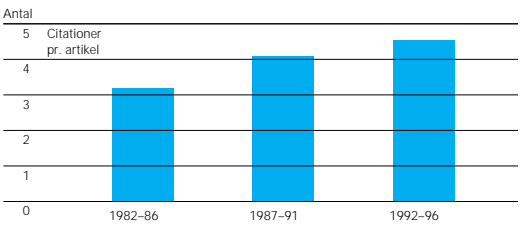
I figur 6 er vist de institutioner, som Risø i perioden 1992–96 har publiceret ti eller flere artikler sammen med.



Figur 3



Figur 4



Figur 5

Institutioner der publiceres mest sammen med	Antal artikler
Danmarks Tekniske Universitet	80
Københavns Universitet	60
Ford Motor Co.	51
Danmarks Miljøundersøgelser	32
University of Minnesota	29
University of Oxford	29
Den Kgl. Veterinære- og Landbohøjskole	27
KFA Julich GmbH	26
Russian Academy of Science	26
Aarhus Universitet	24
AT & T Bell Labs	24
Oak Ridge National Laboratory	24
Weizmann Institute of Science	22
Swedish University of Agricultural Science	17
University of Mainz	16
University of Uppsala	16
Rutherford Appleton Laboratory	15
Brookhaven National Laboratory	13
Chalmers University of Technology	13
European Synchrotron Radiation Facility	13
Panum Institut	13
University of British Columbia	12
University of Hamburg	12
Institute Laue-Langevin	11
University of Amsterdam	11
Delft University of Technology	10
Desy	10
Hahn Meitner Institut Berlin GmbH	10
Jagiellonian University	10
Max Planck Institut für Festkörperforschung	10

Figur 6

Figur 3. Risøs artikler i ISI Source Journals i 1982–96, angivet i 5-års perioder.

Figur 4. Antal citationer af Risøs artikler i ISI Source Journals givet inden for samme 5-års periode som artiklerne er publiceret i.

Figur 5. Gennemsnitligt antal citationer pr. Risø-artikel givet inden for samme 5-års periode som artiklerne er publiceret i.

Figur 6. Institutioner, som Risø i perioden 1992–96 har publiceret 10 eller flere artikler sammen med (ISI Source Journals).

Risøs grønne regnskab

I 1996 besluttede direktionen at indføre miljøstyring fra 1. januar 1997. Dette er anden gang, at Risø udgiver et grønt regnskab. Risøs grønne regnskab indeholder oplysninger om forbrug af ressourcer i form af vand, el, varme, naturgas og kølemidler samt oplysninger om udledning til omgivelser i form af luftemission, spildevand, spildevandsslam og affald. Herudover er medtaget påvirkninger af medarbejderne i form af arbejdsulykker og strålingsdoser. Det grønne regnskab indeholder desuden en opgørelse over Risøs evne til at overholde lovgivningen i form af påbud mv.

Miljøtal for statsvirksomheden Risø	Miljøtal 1996	Miljøtal 1997	Risø 1997	Grænseværdi eller typiske værdier ^a
Påbud mv.				
Påbud fra miljømyndighederne	0	0		
Henstillinger fra miljømyndighederne	0	0		
Påbud fra Arbejdstilsynet	4	0		
Vejledninger fra Arbejdstilsynet	1	2		
Grænseværdioverskridelser i spildevand	1	0		
Overtrædelser af 'Betingelser for drift af nukleare anlæg'	7	0		
Specielle rapporteringer for de nukleare anlæg	0	1		
Risici				
Interne ulykkesrapporter	23	18		
Skader behandlet hos Risø-BST	111	78		
Anmeldte arbejdsulykker til Arbejdstilsynet	9	3	3 pr 1.000 ^b	9 pr 1.000 ^c
Anmeldte arbejdsulykker til Arbejdsskadestyrelsen	3	1		
Maksimal individuel effektiv dosis ^d (mSv)	9,1	7,5	7,5 mSv	20 mSv ^e
Årlig kollektiv, effektiv dosis ^f (person-mSv)	253,0	167,6		
Forbrug				
Vandforbrug (m³)	72.555 ^g	59.276	59 m³/PE	62 m³/PE ^h
Elforbrug (MWh)	14.150	11.962 ⁱ	105 kWh/m² ^j	83 kWh/m² ^k
Varmeforbrug (MWh)	17.244	12.776 ^l	162 kWh/m²	190 kWh/m² ^m
Naturgasforbrug ⁿ (m³)	1.823.885	1.862.998		
Kølemidler ^o (kg)	281	353		
Luftemissioner				
Argon (GBq)	23.000	23.000	} 0,7 µSv/år ^p	200 µSv/år ^q
Tritium (GBq)	21.000	3.500		
Iod (GBq)	0,0077	0,0035		
Radioaktivt kuldioxid (¹⁴C-udslip) fra bitumenanlæg (GBq)	8	6		
Partikulært β-aktivitet fra destillationsanlæg (GBq)	0,00036	0,00018		
Spildevand mm.				
Spildevand (m³)	61.400	48.900	48.900 m³	182.500 m³ ^r
Kemisk iltforbrug, COD (kg)	3.438	1.535	31,4 mg/l	
Biokemisk iltforbrug, BI₅ (kg)	878	196	4,0 –	15 mg/l
Suspenderet stof (kg)	890	342	7,0 –	20 –
Totalkvælstof (kg)	1.019	377	7,7 – ^s	6 –
Totalfosfor (kg)	190	176	3,6 –	
pH		8,0	8,0	6,5-8,5
Bundfald (ml/l)		0,1	0,1 ml/l	0,5 ml/l ^t
Tungmetaller ^u (kg)	10,8	9,5		
Heraf udgør zink (kg)	9,5	8,5	174 µg/l	1.000 µg/l
Uspecifik β-aktivitet i renset spildevand ^v (GBq)	0,100	0,064	0,0013 Bq/ml	0,15 Bq/ml
Tritium med det destilleret aktive spildevand (GBq)	3.700	3.800		
Tritium i sekundært kølevand fra DR 3 (GBq)	480	33	2,1 kBq/ml	370 kBq/ml
Spildevandsslam				
Slammængde (tons)	6	6		
Tungmetaller ^w (g)	17.900	14.500		
Heraf udgør: Kviksølv (g)	94	61	10 mg/kg	0,8 mg/kg ^x
Cadmium (g)	55	31	5 –	0,8 – ^x
Nikkel (g)	286	12	2 –	30 – ^x
Bly (g)	471	520	85 –	120 – ^x
Kobber (g)	5.180	2.300	375 –	1.000 – ^x
Zink (g)	8.050	5.570	910 –	4.000 – ^x
Affald				
Affald til deponering uden for Risø (tons)	182	166		
Heraf udgør kemisk affald ^y (tons)	4	10		
Affald til genbrug (tons)	28	67		
Affald til deponering på Risø (tons)	8	7		
Risøs eget lavaktivt affald ^z (tons)	4	3		
Lavaktivt affald fra andre steder i Danmark ^z (tons)	6	3		

Risøs belastningsniveauer er angivet for 1996 og 1997. Der er angivet grænseværdier eller typiske referencéværdier, således at Risøs niveauer kan vurderes i forhold til disse. De fejl, der var i årsberetningen for 1996, er rettet. Det drejer sig om tallene for vand og spildevandsslam. Herudover er der for nogle parametre indført et ændret regnskabs-princip. Det drejer sig om tallene for vand, el og varme. Man kan derfor ikke direkte sammenligne 1996- og 1997-tallene.

Risø har efterkommet alle påbud mv. fra myndighederne i 1996 og 1997. Risø ser alvorligt på overtrædelserne og har taget initiativ til at nedbringe antallet fremover. Antal overtrædelser er væsentlig lavere i 1997.

Antallet af arbejdsskader og skader behandlet på Risøs BST er i 1997 faldet i forhold til 1996.

Risø er som institution, med drift af nukleare anlæg, speciel i Danmark. Som det fremgår af det grønne regnskab, er belastningerne herfra under de ‘tilladte’ værdier.

Det fremgår af tallene, at Risøs elforbrug er højt i forhold til sammenligningsværdierne.

I 1996 blev Risøs renseanlæg ombygget til også at kunne fjerne kvælstof. Ombygningen skete bl.a. på baggrund af myndighedernes skærpede krav til spildevandsrensning. Efter en indkøringsperiode trådte de endelige udlederkrav i kraft 1. januar 1997. Trods indkøringsproblemer har Risø lige netop overholdt det stillede

krav til kvælstoffjernelsen. De øvrige krav er overholdt uden problemer.

Risøs spildevandsslam indeholder højere koncentrationer af tungmetaller end tilladt for slam til udspreddning på landbrugsjord. Risøs slam anvendes ikke til dette formål, men deponeres på Risøs kontrollerede losseplads.

I 1997 har Risø med hensyn til grønne indkøb stort set nået de mål, der blev sat for papir, edb og forskningsapparatur. På edb-siden var Risøs mål, at 85 % af de indkøbte pc’er skulle opfylde Risøs miljøspecifikationer. 70 % af de indkøbte pc’er opfylder disse miljøkrav, mens de resterende 30 % er anskaffet uden om Risøs rammeaftale.

Erhvervsmæssigt strålingsudsatte Dosisinterval (mSv)	1996	1997
0,00– 0,19	66	66
0,20– 0,50	60	80
0,51– 1,00	31	25
1,01– 2,00	28	30
2,01– 3,00	15	7
3,01– 4,00	17	1
4,01– 5,00	4	4
5,01– 6,00	2	3
6,01– 7,00	1	1
7,01– 8,00	2	3
8,01– 9,00	2	
9,01–10,00	1	

I alt 229 220

Kollektive effektive doser ekskl. tritium i 1996 og 1997. Dosimetre, for hvilke der ikke er registreret doser, er ikke talt med. Grænseværdien er 20 mSv/år. Over 90 % af doserne holder sig under 10 % af grænseværdien.

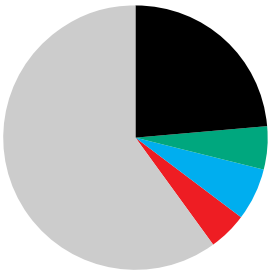
Noter

- a Hvis Risøs godkendelser indeholder grænseværdier, er disse noteret. På nogle felter findes der ikke nogle grænseværdier. Til sammenligning er der i det omfang, det er muligt, angivet gennemsnitsværdier, som er karakteristiske for tilsvarende områder/felter. Sådanne gennemsnitsværdier er i kursiv.
- b Pr. 1.000 årsværk.
- c Pr. 1.000 ansatte i forskning og udvikling inden for naturvidenskab og teknik. For undervisning og forskning som helhed 10 ulykker/1.000 ansatte. Kilde: *Anmeldte arbejdsskader. Årsopgørelse 1996. AT-rapport nr. 2.*
- d Maksimal individuel effektiv dosis: Den individuelle effektive dosis er defineret som summen af de ækvivalente doser til de enkelte organer ganget med deres respektive vævsvægtfaktorer for den enkelte medarbejder. Den maksimale individuelle effektive dosis svarer til den maksimale dosis, som en enkelt medarbejder har modtaget.
- e Strålingsbeskyttelse: Inden for strålingsbeskyttelsen anvendes dosisbegrænsningsprincippet, som siger, at doser fra erhvervsmæssig strålingsudsættelse skal holdes så lave, som det med rimelighed kan opnås, og at doser ikke må overskride de af myndighederne fastsatte dosisgrænser. Effektiv dosis: 20 mSv/år.
- f Den kollektive dosis til Risøs medarbejdere er defineret som summen af alle individuelle (effektive) doser.
- g Tallet for 1996 er ændret i forhold til Risøs årsberetning for 1996. Det skyldes, at vandforbruget i 1996 var opgjort inkl. DMU, NBI og CAT. I 1996 havde disse institutioner et forbrug på 8.165 m³.
- h Roskilde Kommunes spildevandsplan fra 1988.
- i Risøs elforbrug for 1997 er i modsætning til tidligere år opgjort ekskl. tab i transformatorstation
- j I det arealmæssige elforbrug er DR3 og RERAF ikke medregnet, da disse forbrug er særlige for Risø.
- k Det gennemsnitlige arealmæssige elforbrug for undervisning og forskning. For kontor er elforbruget 57 kWh/m² (Energistyrelsen, 1997).
- l Risøs varmetaforbrug for 1997 er i modsætning til tidligere år opgjort ekskl. varmetab i rør.
- m Det gennemsnitlige arealmæssige varmetaforbrug for undervisning og forskning. For kontor er varmetaforbruget 109 kWh/m² (Energistyrelsen, 1997).
- n Hovedparten af naturgassen bliver brugt til fremstilling af varme og el til Risø, DMU og de øvrige institutioner på Risøs område .
- o Opgørelse over forbrug af fuldt og delvis halogenerede kulbrinter, der anvendes til køleformål. En lille del af dette anvendes til forskningsformål. I 1997 blev der i alt brugt ca. 300 kg freon 22.
- p Doserne af tritium, argon og iod er summerede doser ved hegnet.
- q Det maksimale bidrag fra hver enkelt kilde er foreslået af forskellige nationale myndigheder til mellem 100–300 µSv/år.
- r Grænseværdien er beregnet ud fra den mængde spildevand, der må udledes pr. døgn i tørvejr.
- s Den gennemsnitlige koncentration af kvælstof er højere end grænseværdien. Dette betyder dog ikke, at der er en faktisk overskridelse, da der i resultatet skal tages hensyn til spredningen på analyseresultaterne.
- t Vejledende krav for, hvor meget bundfældeligt stof der må være efter 2 timers henstand.
- u Det samlede indhold af tungmetaller, som Risø analyserer spildevandet for. Der analyseres for cadmium, bly, kobber, uran og zink (Tungmetal: Metal med vægtfylde over 5 g/cm³).
- v Uspecifik β-aktivitet: Total aktivitet for ikke-specificerede isotoper.
- w Det samlede indhold af tungmetaller, som Risø analyserer slammet for. Der analyseres for chrom, nikkel, kobber, zink, cadmium, kviksølv, bly, uran, cobolt, arsen, mangan, lanthan, praseodym og thorium. Opgørelsesmetoden er ændret i forhold til årsberetningen for 1996, og 1996-tallene er korigeret herfor. Tidligere blev strontium medtaget i beregningen.
- x Grænseværdierne for indhold af tungmetaller i slam er gældende, hvis slammet skal anbringes på jord, der skal anvendes til landbrugsmæssige formål. Risøs slam anvendes p.t. ikke til dette formål, men deponeres på Risøs kontrollerede losseplads.
- y I de seneste år er der foretaget en oprydning i Risøs kemikaliebeholdning. Derfor er den kemikaliemængde, der sendes til Kommunekemi, fortsat højere end normalt.
- z Det lavaktive affald, der deponeres midlertidigt på Risø, stammer dels fra Risøs egen aktivitet og dels fra det øvrige Danmark, hvorfra Risø er forpligtet til at modtage kasserede radioaktive isotoper. Lavaktivt affald defineres på Risø som radioaktivt affald, hvorfra dosishastigheden i 1 m afstand fra affaldsbeholderens overflade ikke overskrider 5 mSv/h.

Økonomi

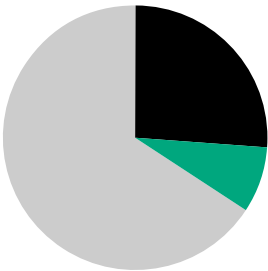
Resultatopgørelse for statsvirksomheden Risø	Regnskab 1996	Regnskab 1997	Budget 1998*	Noter
Mill. kr. i løbende priser (ekskl. moms)				
Finanslovbevilling til drift og anlæg	253,0	260,1	264,9	
Kontraktvirksomhed	207,4	222,1	238,5	
Indtægter i alt	460,4	482,2	503,4	
Lønninger	280,0	278,6	289,9	
Øvrig drift	146,0	162,7	178,5	
Investeringer	47,3	23,1	54,6	1
Udgifter i alt	473,3	464,4	523,0	
Resultat (at overføre til efterfølgende år)	-12,9	17,8	-19,6	2
* Revideret april 1998.				
Noter:				
1 Heraf var 21,6 mill. kr. anlægsudgifter i statsregnskabet i 1997				
2 Forskningscenter Risøs formue blev i 1996 nedskrevet ekstraordinært med 30 mill. kr. fra 44,8 mill. kr. til 14,8 mill. kr. som følge af en budgetregulering fra Finansministeriet.				

Udgifter 1997
i procent



- Lønninger 60,0%
- Køb af varer og tjenesteydelser 23,7%
- Erhvervelse af materiel 5,3%
- Diverse driftsudgifter 6,2%
- Anlægsinvesteringer 4,7%

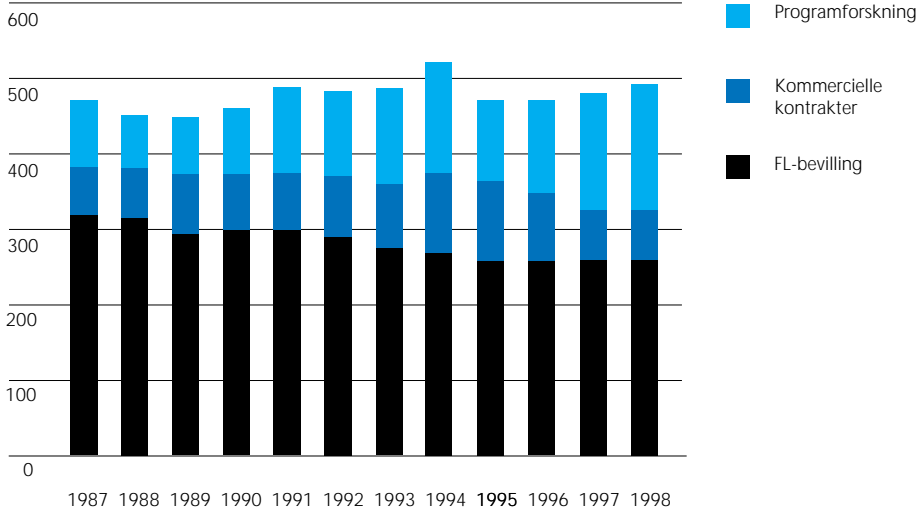
Udgifter 1997
fordelt på områder



- Forskning 66,0%
- Tekniske og adm. funktioner 26,1%
- DR3 og Isotoplaboratorium 7,9%

Indtægtsudvikling

Mill. kr. i 1997-prisniveau



Balance ultimo december	Regnskab 1996	Regnskab 1997	Noter
Mill. kr. i løbende priser (ekskl. moms)			
Aktiver			
Materielle anlægsaktiver	222,4	233,0	1
Omsætningsaktiver:			
– Likvide beholdninger	1,2	1,2	
– Tilgodehavender	92,3	105,4	2
Aktiver i alt	315,9	339,6	
Passiver			
Statens finansiering af Risøs virksomhed			
– Statskassens finansiering af anlæg	222,4	233,0	
– Akkumuleret driftsresultat	1,9	19,7	
– Statskassens finansiering af aktiver i øvrigt	67,9	57,1	
Kortfristet gæld	23,8	29,8	
Passiver i alt	315,9	339,6	
Noter:			
1 Bogført værdi af anlægsaktiver ultimo 1997. Beløbet er en akkumulering af anskaffelser og byggeri gennem årene med fradrag af afskrivninger. Afskrivninger foretages lineært med 5 % af den akkumulerede saldo iht. budgetvejledningen. Til sammenligning er Risøs ejendomme vurderet til 369,5 mill. kr. ved den offentlige ejendomsvurdering i 1996. Maskiner og inventar indgår som hovedregel ikke i den bogførte værdi af anlægsaktiverne.			
2 Heraf udgør afholdte udgifter, der faktureres i det efterfølgende finansår (EU-projekter og lignende):			
	Regnskab 1996	Regnskab 1997	
	19,1	29,8	

Udvikling i personaletallet 1990–97								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Akademikere	308	305	319	345	357	355	360	342
Teknisk/administrativt personale	574	524	515	499	488	476	455	417
Ph.d. og post doc.	41	37	55	65	73	96	104	104
Elever og lærlinge	51	48	51	47	46	44	41	36
Personale i alt	974	914	940	956	964	971	960	899

Akronymer og andre forkortelser

Listen rummer forkortelser og specielle ord, der ikke er forklaret i teksten

AFREPREN African Energy Policy Research Network
AiT Asian Institute of Technology
ATV Akademiet for de Tekniske Videnskaber
AU Aalborg Universitet
BRITE EU program, Basic Research in Industrial Technology for Europe.
CAT Center for Avanceret Teknologi, Forskerpark etableret i samarbejde mellem Risø, RUC og DTU.
CENELEC European Committee for Electrotechnical Standardization
Cired Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Developement
CO₂ Kuldioxid, gas, der dannes ved forbrænding af fossile brændsler og medvirker til drivhuseffekten.
DEFU Danske Elværkers Forenings Udredningsafdeling
DMI Danmarks Meteorologiske Institut
DMI Dansk Maritimt Institut
DMU Danmarks Miljøundersøgelser
DTI Dansk Teknologisk Institut
DTU Danmarks Tekniske Universitet
EFP Det danske Miljø- og Energi-ministeriums Energi-Forsknings-Program
ELKRAFT Den sjællandske elværks-gruppe
ELSAM Den jysk-fynske elværks-gruppe
ENDA Environmenal Development Action in the third world
ENS Energistyrelsen
ESPRIT European Strategic Programme for Research and development in Information Technologies. *DG XIII*.
ESRF European Synchrotron Radiation Facility
EUCLID European Cooperation for the Long Term in Defence. EU-forskningsprogram.
EURAM EU-program, European Research in Advanced Materials.
EURATOM European Atomic Energy Community.
EUREKA European Research Coordination Agency.
FØTEK 2 Det Fødevareteknologiske Forsknings- og Udviklingsprogram.
GEF Den Globale Miljøfond
GEUS GEologisk UnderSøgelse
GTZ Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
HCØ H. C. Ørstedsinstituttet
IAEA International Atomic Energy Agency

IEC International Electrotechnical Committee
INTAS The International Association for the Promotion of Co-operation with Scientists, from the New Independent States of the former Soviet Union.
IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change.
ITER International Termonuclear Experimental Reactor
JOULE Joint Opportunities for Un-conventional or Long-term Energy Supply, EUs energiforskningsprogram vedrørende ikke-nuklear energi og rationel energiudnyttelse.
KU Københavns Universitet
KVL Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole
LBNL Lawrence Berkeley National Laboratory
LIS New Lasers, Integrated optics and ultra-fast Switching.
MAST Marine Science and Technology Programme (under CEC)
MATE Multi-Aircraft Training Environment
MIDIT Center for Modelling, Ikke-lineær Dynamic og Irreversibel Termodynamik.
MST Miljøstyrelsen
MUP Det Materialeteknologiske Udviklingsprogram
MW Megawatt, 1 million watt.
NAA Neutronaktiveringsanalyse
NBI Niels Bohr Institut
NKS Nordisk kernesikkerhedsforskning. En nordisk komite med deltagere fra myndigheder, forskningsinstitutioner og virksomheder inden for kernekraft
NKT Nordisk Kabel og Tråd
NMR Nordisk Ministerråd
RITA Re-Invented Triple Axis
RUC Roskilde Universitetscenter
SANS (Small Angle Neutron Scattering). Udstyr til studium af
SBI Statens ByggeforskningsInstitut
SEI Stockholm Environment Institute
Sida Styrelsen for Internationellt Utvecklings- Samarbete (Svensk DANIDA)
SIS Statens Institut for Strålehygiejne
SMP Det Strategiske Miljøforskningsprogram
SNF Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd
SOFC Solid oxide fuel cell. Brændselsceller bygget af keramiske materialer.
STVF Statens Teknisk-Videnskabelige Forskningsråd
THERMIE EU's demonstrationsprogram for ikke-nuklear energi

THOR Technology by Highly Oriented Research. *Forskningsministeriets ny THOR-program*.
UNAM Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
UNDP United Nations Development Programme
UNEP United Nations Environment Programme – FNs miljøprogram
UVE Udviklingsprogrammet for Vedvarende Energi
WASP Wind Atlas Analysis And Application Program, udviklet på Risø.
AAU Aarhus Universitet



RISØ

Risø Årsberetning 1997
April 1998

Forskningscenter Risø
Frederiksborgvej 399
Postboks 49
4000 Roskilde

ISBN 87-550-2333-9
ISSN 0106-2840
ISSN 0106-2557

Risø's virksomhed i 1997 er beskrevet i ialt 10 publikationer: Risø Årsberetning, Risø's Virksomhedsregnskab, Risø's Publikationsvirksomhed samt de syv forskningsafdelingers årsberetninger. Alle publikationer og uddybende materiale findes på Risø's webserver, www.risoe.dk. De trykte publikationer kan fås ved henvendelse til Afdelingen for Informationsservice, telefon 4677 4004, email risoe@risoe.dk, fax 4677 4013.